

Received : 3 November 2024
Revised : 15 March 2025
Accepted : 17 March 2025
Online : 18 March 2025
Published : 30 April 2025

Pelatihan Pembuatan Otomatisasi Berbasis Arduino di MA Al Madinah Nogosari Boyolali

Suharno^{1*}, D Harjunowibowo², YA Rezeki³, S Budiawanti⁴, DT Raharjo⁵,
A Jamaludin⁶, L Rahmasari⁷

¹⁻⁷Universitas Sebelas Maret, Surakarta 57126, Indonesia

Email : ¹suharno_71@staff.uns.ac.id, ²dewanto_h@staff.uns.ac.id,
³yarezeki@staff.uns.ac.id, ⁴sribudiawanti@staff.uns.ac.id, ⁵dwiteguh@staff.uns.ac.id,
⁶elhanif@staff.uns.ac.id, ⁷lita@staff.uns.ac.id

*Penulis korespondensi

Abstract

Currently, the development of the internet of things has contributed to the progress of industrial technology and one of them is the development of sensor technology through automation technology. The advancement of sensor technology has changed the pattern of human life towards digitalization. Sensor technology needs to be developed among young people, especially students, through knowledge of simple sensor technology so that students are interested and able to continue to develop their knowledge. Community service activities at MA Al Madinah aim for students to understand and be able to apply simple sensor technology based on Arduino. Simple automation training with Arduino is a community service activity at MA Al Madinah which is attended by students and as a form of stages of implementing module development. Module development through stages of needs analysis, design, development, implementation, and evaluation which aim to ensure that the module is suitable for use for training. The results of expert validation of the developed module obtained a very good category, the results of student assessments through limited training obtained very suitable for use, and the results of the training evaluation were very good, which is expected to be continued with more participants at MA Al Madinah Nogosari Boyolali

Keywords: *sensors, arduino; internet of things; module; students*

Abstrak

Saat ini perkembangan internet of things telah memberikan kontribusi pada kemajuan teknologi industri dan salah satunya perkembangan teknologi sensor melalui teknologi otomatisasi. Kemajuan teknologi sensor telah mengubah pola kehidupan manusia menuju digitalisasi. Teknologi sensor perlu ditumbuhkan kepada kalangan muda terutama para pelajar melalui pengetahuan teknologi sensor sederhana agar para pelajar tertarik dan mampu mengembangkan terus pengetahuannya. Kegiatan pengabdian di MA Al Madinah bertujuan peserta didik memahami dan mampu menerapkan tentang teknologi sensor sederhana berbasis Arduino. Pelatihan otomatisasi sederhana dengan Arduino merupakan kegiatan pengabdian di MA Al Madinah yang diikuti peserta didik dan sebagai bentuk tahapan penerapan pengembangan modul. Pengembangan modul melalui tahapan analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi yang bertujuan untuk memastikan modul layak digunakan untuk pelatihan. Hasil validasi ahli

terhadap modul yang dikembangkan diperoleh kategori sangat baik, hasil penilaian peserta didik melalui pelatihan terbatas diperoleh sangat layak digunakan, dan hasil evaluasi pelatihan diperoleh sangat baik yang diharapkan diteruskan dengan peserta lebih banyak lagi di MA Al Madinah Nogosari Boyolali.

Kata Kunci: sensor, arduino; internet of things; modul; peserta didik

1. PENDAHULUAN

Saat ini, dunia telah dihadapkan dengan Revolusi Industri 4.0 yang ditandai dengan berkembangnya internet of things. Industri 4.0 menyatakan bahwa dunia industri sudah mengalami kemajuan yaitu penggabungan teknologi otomatisasi dan teknologi cyber, yang juga biasa dirangkum dalam istilah cyber physical systems, internet of things, and networks. Penemuan-penemuan penting seperti otomatisasi, analisis data, simulasi, integrasi sistem, penggunaan robot, teknologi penyimpanan data, dan teknologi lainnya. Secara singkat revolusi industri 4.0 menghasilkan teknologi otomasi yang menghadirkan pabrik-pabrik pintar di mana mesin-mesin pada pabrik tersebut telah terhubung melalui website ke sistem yang mengintegrasikan seluruh rantai produksi dan membuat keputusan secara otomatis (Agustina, 2020). Kemajuan teknologi otomatisasi tersebut telah memberikan tantangan baru bagi sektor industri di tanah air, sehingga semua lapisan masyarakat perlu melakukan perubahan berbasis transformasi digital agar tetap kompetitif dan mendorong kemajuan mereka di lanskap digital. Meskipun revolusi industri 4.0 ini menawarkan peluang baru, banyak tenaga kerja dengan keberagamannya ternyata tidak mempersiapkan diri dengan baik di masa depan (Schwab, K., 2016). Anggapan Revolusi Industri 4.0 yang menghadirkan

robot-robot sebagai pengganti peran manusia masih menjadi polemik di masyarakat (Ramli, R., 2017).

Untuk menjawab permasalahan tersebut maka perlunya untuk memberikan pengetahuan mengenai teknologi sistem otomatisasi berkelanjutan kepada generasi muda khususnya siswa yang duduk di bangku sekolah menengah menjadi tantangan bagi pengabdian untuk berinovasi. Sebagai solusi dari permasalahan tersebut, pada kegiatan pengabdian ini dilakukan pelatihan sistem otomatisasi berbasis Arduino kepada peserta didik Madrasah Aliyah (MA) Al Madinah Nogosari Boyolali sebagai tindak lanjut pelatihan dasar pada kegiatan sebelumnya, karena pada pelatihan sebelumnya pelatihan otomatisasi difokuskan pada pengenalan otomatisasi berbasis Arduino dan pada kegiatan pelatihan ini dilakukan secara kelompok melalui kegiatan ekstrakurikuler dengan jumlah tatap muka lebih banyak. Melalui pelatihan tersebut, tim pengabdian memberikan pengetahuan lanjutan teknologi otomatisasi berbasis Arduino agar peserta didik lebih tertarik mengembangkan sistem otomasi berbasis Arduino dan terpicu mengembangkan sistem otomatisasi yang lebih kompleks dalam rangka menjawab perkembangan sistem otomasi yang begitu pesat saat ini, yang secara spesifik telah memberikan manfaat kepada siswa mampu membuat sensor

sederhana berbasis Arduino yang yang berguna bagi khidupan sehari-hari.

2. TINJAUAN LITERATUR

Arduino adalah platform elektronik sumber terbuka yang didasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang mudah digunakan (Badamasi, Y. A., 2014). Papan Arduino dapat membaca input, cahaya pada sensor, jari pada tombol, dan mengubahnya menjadi output dengan mengaktifkan motor, dan menyalakan LED (Arifa, A., & Harjunowibowo, D., 2022). Arduino telah digunakan dalam ribuan proyek dan aplikasi yang berbeda. Perangkat lunak arduino mudah digunakan untuk pemula, namun cukup fleksibel untuk pengguna tingkat lanjut. Perangkat lunak ini dapat berjalan di Mac, Windows, dan Linux (Tianhong Pan, 2018). Saat ini banyak orang mencoba menggunakan arduino karena arduino membuat segala sesuatunya menjadi lebih mudah karena versi C++ yang disederhanakan dan mikrokontroler arduino yang sudah jadi yang bisa diprogram, dihapus, dan diprogram ulang kapan saja (Safitri, S. Y., & Rezeki, Y. A., 2022). Komponen perangkat keras yang digunakan dalam papan arduino, perangkat lunak yang digunakan untuk memprogramnya (papan arduino) dengan panduan tentang cara menulis dan membangun proyek sendiri, dan beberapa contoh proyek arduino (Fezari, M., & Dahoud, A. Al., 2018). Beberapa tahun terakhir banyak analis yang memprediksi robot atau sistem otomasi yang didukung kecerdasan buatan akan mengambil alih pekerjaan manusia (Damar, 2017).

Namun prediksi itu dibantah oleh seorang *venture capitalist* Marc Andreessen. Andreessen, yang turut mengembangkan Netscape, menyebut obsesi robot akan menggantikan manusia sudah terjadi sejak 100 tahun lalu. Ketika itu, manusia takut akan kehadiran mobil yang disebut akan menggantikan pekerja manusia. Namun ternyata industri mobil sekarang telah menjadi salah satu bidang dengan pekerja manusia terbanyak. Tak hanya itu, seiring pertumbuhan mobil yang makin besar ikut mendorong perkembangan pekerjaan baru di bidang pembuatan jalan (Ramli, 2017).

Sejumlah studi juga memprediksi robot dan kecerdasan buatan akan segera mengambil alih pekerjaan manusia. Studi Universitas Oxford pada 2013 memperkirakan setengah pekerjaan di Amerika Serikat terancam oleh keberadaan mesin. Sementara Forrester Research menghitung setidaknya pada 2019 seperempat pekerjaan akan digantikan dengan robot *software*, robot fisik, serta sistem otonomos dan sebagian besar pekerjaan akan digantikan dengan model yang belum pernah ada Laucereno (2022). Menurut Jamaluddin A, et. al (2016) model penilaian dengan menggunakan teknologi RFID (*Radio Frequency Identification*) yang diimplementasikan pada *Computer Based Test* (CBT). RFID bekerja pada frekuensi 13,56 MHz. Sistem RF-CBT dibangun dengan User-PC dan Server-PC. Sebuah modul pembaca RFID (Mifare RC522, Mikrokontroler ATMEGA328) dan program LabVIEW dipasang pada User-PC (Jamaluddin, A., et.al., 2015). Informasi tag RFID dari User-PC dikirim

ke Server-PC yang diinstal dengan database MySQL dan PHP. Tag RFID yang terdaftar di Server-PC dapat masuk ke dalam CBT secara otomatis (Jamaluddin, A., et.al.,2017). Sistem yang diusulkan tidak hanya untuk login otomatis ke CBT tetapi juga untuk mengembangkan pertanyaan acak dan penilaian hasil tes pada CBT (Inayati, F. J., & Harjunowibowo, D., 2022). Sistem ini dapat mengurangi peluang untuk melakukan kecurangan dalam ujian karena siapa pun tidak dapat masuk ke dalam ujian kecuali memiliki tag RFID yang otentik.

3. METODE PELAKSANAAN

Pelaksanaan pelatihan dilaksanakan di MA Al Madinah Kecamatan Nogosari Kabupaten Boyolali selama 3 bulan pada bulan Agustus sampai dengan Oktober 2024. Tahapan pelatihan otomatisasi berbasis arduino di MA Al Madinah Nogosari Boyolali meliputi (1) koordinasi tim pengabdian dengan kepala MA Al Madinah Nogosari Boyolali untuk teknis pelaksanaan pelatihan kepada peserta didik, (2) uji coba alat otomatisasi sederhana berbasis arduino; dan (3) pelaksanaan pelatihan otomatisasi berbasis arduino di MA Al Madinah Nogosari Boyolali. Secara umum kegiatan pelatihan dilakukan secara luring dan pelaksanaan pelatihan menggunakan metode ceramah dengan cara peserta diperkenalkan tentang otomatisasi berbasis Arduino, metode kerja kelompok melakukan diskusi dalam merangkai alat otomatisasi Arduino dilanjutkan presentasi, dan

dilanjutkan evaluasi pelaksanaan pelatihan.

Selanjutnya secara spesifik metode penelitian ini meliputi rancangan penelitian, populasi atau sampel sebagai peserta pelatihan, instrument pengumpulan data, tehnik analisa data.

Rancangan penelitian ini menggunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Pada tahap analisis (*analysis*) berupa analisis kebutuhan yang ada pada sekolah yang akan dilakukan untuk pengabdian ini. Pada tahap rancangan (*design*) berupa perancangan modul yang akan dikembangkan untuk digunakan sebagai bahan atau materi pelatihan otomatisasi. Tahap pengembangan (*development*) merupakan tahap pengembangan modul otomatisasi berbasis Arduino. Tahap implementasi (*implementation*) sebagai tahap penerapan modul untuk kegiatan pelatihan otomatisasi berbasis Arduino melalui kegiatan ujicoba alat dan pelaksanaan pelatihan untuk peserta didik di kelas, dan terakhir tahap evaluasi (*evaluation*) yang merupakan tahap evaluasi pelatihan otomatisasi berbasis Arduino.

Populasi atau sampel penelitian ini adalah peserta didik MA Al Madinah kelas XI sebanyak 32 peserta didik. Metode pemilihan peserta adalah peserta didik kelas XI yang mengikuti kegiatan ekstrakurikuler sensor sederhana. Pemilihan peserta didik kelas XI karena peserta didik tersebut sudah cukup memahami konsep fisika SMA. Instrumen pengumpulan data yang digunakan adalah menggunakan angket

dan validasi. Angket digunakan untuk melakukan analisis kebutuhan, dan validasi untuk penilaian modul pelatihan yang dikembangkan. Teknik analisa data menggunakan teknik analisis kualitatif dan teknik analisis kuantitatif. Pada data kualitatif digunakan teknik analisis kualitatif yaitu teknik triangulasi sumber. Teknik triangulasi sumber dipilih untuk menciptakan modul layak digunakan untuk pelatihan. Teknik analisis kuantitatif diperoleh dari data kuantitatif hasil penilaian ahli.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian diawali dengan analisis kebutuhan melalui wawancara kepada guru dan pengisian angket oleh peserta didik yang diperoleh hasil bahwa guru dan peserta didik MA Al Madinah sangat membutuhkan pelatihan untuk dapat membuat sensor sederhana dengan Arduino. Pada tahap rancangan diperoleh rancangan alat otomatisasi sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Hasil rancangan alat melalui uji coba peralatan otomatisasi berbasis Arduino untuk menghasilkan modul berjudul Otomatisasi sederhana Berbasis Arduino sebagai modul pelatihan. Kelebihan teknologi sensor peralatan otomatisasi berbasis Arduino ini adalah dapat mengangkat sampah hingga 10 kg, dapat mengurangi jumlah polutan sampah di bantaran sungai secara otomatis, sudah menggunakan teknologi IoT, lebih murah dibandingkan dengan kontroler industri, mudah diprogram, dan konsumsi energi rendah. Pada uji coba ini telah berhasil dibuat alat otomatisasi berbasis Arduino dengan rangkaian alat sebagaimana

ditunjukkan pada Gambar 2 yang dilengkapi mikrokontroler Arduino. Setelah uji coba alat otomatisasi berbasis Arduino berhasil dan alat berfungsi dengan baik, selanjutnya pembuatan Modul berjudul Otomatisasi sederhana dengan Arduino untuk Pemula sebagai hasil tahap pengembangan atau *development* yang hasilnya sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 3. Modul ini menyajikan contoh penerapan otomatisasi dalam kehidupan sehari-hari, yaitu otomatisasi LED menggunakan *Modul Relay*, otomatisasi lampu menggunakan modul LDR, pengatur temperature dan kelembaban udara menggunakan sensor DHT22, dan alat pengukur massa menggunakan *Load Cell*. Inovasi teknologi pada kegiatan pengabdian ini adalah otomatisasi sebagai proses pengendalian aktivitas manusia secara otomatis melalui sistem kendali dan sistem kendali yang digunakan Arduino dengan cara mengendalikan perangkat untuk menjalankan tugas tertentu secara otomatis berdasarkan pemrograman. Hasil validasi ahli terhadap pengembangan modul tersebut berda pada kategori sangat baik dengan catatan terdapat sedikit revisi pada struktur atau urutan materi. Berikutnya tahap implementasi (*implementation*) melalui penerapan pelatihan otomatisasi secara terbatas kepada peserta didik di MA Al Madinah, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 4. Hasil penilaian peserta didik terhadap modul yang dikembangkan adalah layak digunakan untuk pelatihan dengan peserta didik lebih banyak. Tahap terakhir adalah

evaluasi (*evaluation*) penerapan modul melalui pelatihan lanjutan otomatisasi selama 3 (tiga) bulan sebagai kegiatan ekstrakurikuler dan materi pengayaan mata pelajaran fisika di kelas. Pelatihan serupa juga telah dilakukan oleh R. Riries et. al (2023) tentang pembuatan sensor medis berbasis IoT sebagai pengenalan *smart medical device*. Evaluasi penerapan modul pada pelatihan tersebut dilakukan melalui survey pra pelatihan otomatisasi terhadap 32 calon peserta pelatihan yang hasilnya sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1. Pada tabel tersebut diperoleh bahwa persentase tertinggi sebesar 100% dengan kategori sangat setuju pada indikator bahwa pelatihan perlu disediakan modul pelatihan atau buku panduan, hal tersebut menunjukkan bahwa semua peserta pelatihan menyarankan disertai buku panduan pembuatan otomatisasi berbasis Arduino. Persentase terendah pada indikator pelatihan dengan metode pembaharuan tidak diperlukan dengan 68,75% sangat setuju, bahkan ada peserta menjawab ragu-ragu sebanyak 6,25%. Oleh karena itu pelaksanaan pelatihan agar diupayakan menarik disertai merubah metode pelatihan yang lebih menyenangkan dan mudah dipahami oleh peserta. Selain itu pelatihan juga diharapkan dilaksanakan secara luring diperoleh 93,75% sangat setuju dan secara kelompok diperoleh 87,50% sangat setuju. Hal lain yang menarik adalah pelatihan otomatisasi akan memperkenalkan bahasa pemrograman sebagai upaya untuk meningkatkan kemampuan numerik dan kemampuan berpikir kritis peserta yang pada indikator

ini sebanyak 71,88% peserta menyatakan sangat setuju. Dengan demikian secara umum dengan pelatihan tentang otomatisasi berbasis Arduino diharapkan dapat menambah wawasan bagi peserta, pelatihan sebaiknya dilaksanakan secara luring dan secara kelompok, disediakan buku panduan, disampaikan dengan menarik, dan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta dimana 87,50% peserta menyatakan sangat setuju dan 11,16% menyatakan setuju, meskipun sebanyak 1,34% peserta menyatakan ragu-ragu.

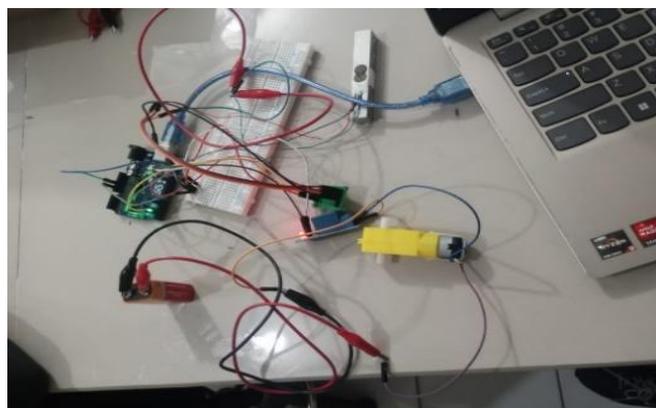
Pelatihan otomatisasi berbasis arduino dilaksanakan di MA Al Madina Nogosari Boyolali pada tanggal 26 Mei 2024 yang diikuti oleh peserta didik sebanyak 32 orang. Pelatihan otomatisasi berbasis Arduino meliputi 5 (lima) jenis, yaitu (1) sistem otomatisasi berbasis mikrokontroler, (2) LED dengan modul relay, (3) lampu dengan modul LDR, (4) pengukuran massa menggunakan load cell, serta pengatur temperatur, dan (5) kelembaban udara menggunakan sensor DHT22. Peserta didik di MA Al Madinah diberikan fasilitas berupa modul atau buku panduan, perangkat lunak, dan komponen elektronika. Fasilitas ini dapat digunakan oleh peserta didik secara langsung untuk merakit rangkaian elektronika dan menyusun bahasa pemrograman. Hal ini dilakukan dalam rangka untuk menjawab penilaian peserta sebelum pelatihan bahwa perlu adanya buku panduan pada saat pelatihan dilakukan. Kegiatan pelatihan otomatisasi dengan Arduino sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4. Setelah kegiatan pelatihan selesai,

dilakukan survey pasca pelatihan terhadap 32 peserta yang mengikuti pelatihan tersebut yang hasilnya sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2. Pada tabel tersebut, memperlihatkan bahwa penilaian peserta pada indikator komunikasi terjalin dengan baik diperoleh persentase tertinggi sebesar 93,75% dengan kategori sangat setuju yang artinya pelatihan telah dilaksanakan dengan menarik, dengan demikian penilaian peserta sebelum pelatihan telah didik agar terus mempelajari tentang kemampuan numerik yaitu 68,75% peserta pelatihan menyatakan sangat setuju, artinya selama pelaksanaan pelatihan juga telah diajarkan bahasa pemrograman, meskipun ada beberapa peserta menyatakan ragu-ragu.

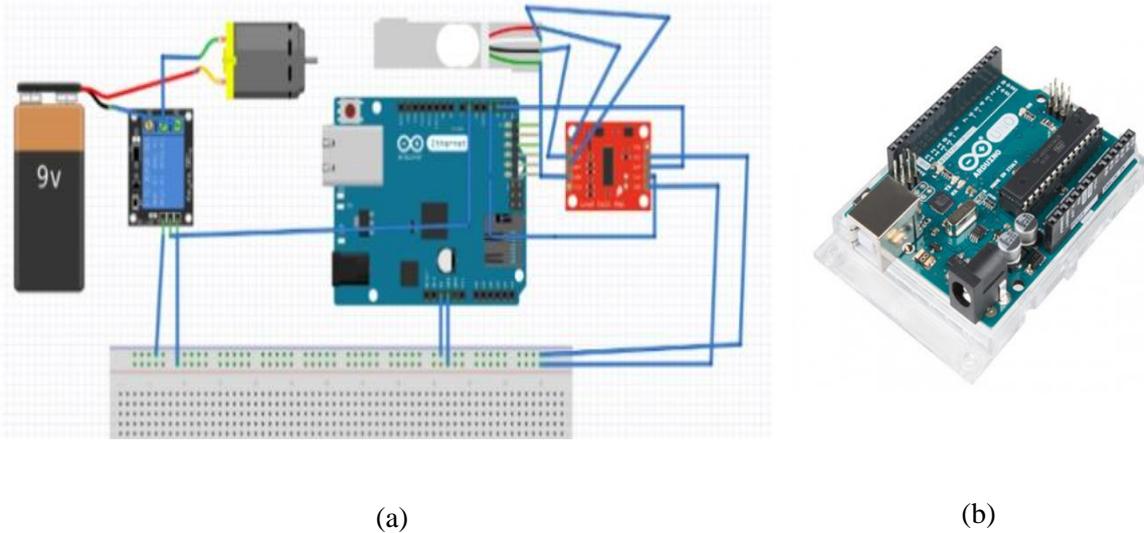
Secara umum penilaian peserta terhadap pelaksanaan pelatihan otomatisasi berbasis Arduino adalah sangat baik, mudah dipahami, dan sangat dibutuhkan dengan rincian 83,93% sangat setuju dan 15,18% setuju, meskipun ada satu peserta menyatakan ragu-ragu. Hasil serupa pada penelitian

dijalankan dengan sangat baik. Hasil lain menunjukkan bahwa penilaian peserta dengan persentase terendah kategori sangat setuju sebesar 81,25% pada indikator suasana pelatihan menyenangkan, artinya pelaksanaan pelatihan masih relatif menyenangkan. Terlihat juga bahwa setelah pelatihan telah dapat peningkatan kemampuan berpikir kritis pada peserta didik serta memberikan motivasi terhadap peserta

sebelumnya oleh MF Muarif (2024) tentang pelatihan pembuatan alat peraga pembelajaran fisika berbasis sensor dan mikrokontroler menunjukkan 45% setuju dibutuhkan dan 55% sangat setuju. Pihak pimpinan sekolah juga menyatakan bahwa MA Al Madinah sangat senang dengan pelatihan ini karena peserta didik dapat mengikuti kemajuan teknologi dan akan dijadikan kegiatan ekstrakurikuler di sekolah. Dengan demikian diharapkan pelatihan serupa agar dilanjutkan dengan peserta didik yang lebih banyak di masa mendatang.



Gambar 1. Uji Coba Alat Otomatisasi Berbasis Arduino



Gambar 2. Peralatan Otomatisasi (a) berbasis Arduino dan (b) Mikrokontroler Arduino



Gambar 3. Modul Otomatisasi Sederhana berbasis Arduino



Gambar 4. Pelatihan Terbatas Otomatisasi Sederhana dengan Arduino

Tabel 1. Hasil Survei Pra Pelatihan Otomatisasi berbasis Arduino

No.	Indikator	Persentase (%)			
		Sangat Setuju	Setuju	Ragu-Ragu	Tidak Setuju
1.	Pelatihan akan menambah wawasan tentang sensor	93,75	6,25	0,00	0,00
2.	Pembaharuan metode pelatihan tidak diperlukan	68,75	25,00	6,25	0,00
3.	Pelatihan secara luring memberi kesempatan peserta untuk aktif	93,75	6,25	0,00	0,00
4.	Pelatihan perlu disampaikan dengan menarik	96,88	3,12	0,00	0,00
5.	Pelatihan akan dilakukan secara kelompok	87,50	12,50	0,00	0,00
6.	Pelatihan perlu disertai dengan buku panduan atau modul	100,00	0,00	0,00	0,00
7.	Pelatihan otomatisasi akan diperkenalkan bahasa pemrograman	71,88	25,00	3,12	0,00
	Rata-rata	87,50	11,16	1,34	0,00

Tabel 2. Hasil Survei Pasca Pelatihan Otomatisasi berbasis Arduino

No.	Indikator	Persentase (%)			
		Sangat Setuju	Setuju	Ragu-Ragu	Tidak Setuju
1.	Kejelasan materi yang diberikan	87,50	12,50	0,00	0,00
2.	Kebermanfaatan materi yang diberikan	87,50	12,50	0,00	0,00
3.	Penyampaian materi yang jelas disertai modul	100,00	0,00	0,00	0,00
4.	Komunikasi terjalin dengan baik	93,75	6,25	0,00	0,00
5.	Pelatihan otomatisasi meningkatkan kemampuan numerik dan berpikir kritis	68,75	25,00	6,25	0,00
6.	Suasana pelatihan menyenangkan	81,25	18,75	0,00	0,00
7.	Peserta berperan aktif	84,38	15,62	0,00	0,00
	Rata-rata	83,93	15,18	0,89	0,00

5. PENUTUP

Telah berhasil dilakukan pelatihan otomatisasi sederhana dengan Arduino yang dilengkapi dengan modul pelatihan yang diikuti oleh 32 peserta didik dengan hasil kategori sangat baik berdasarkan penilaian dari peserta yang menyatakan pelatihan sangat bermanfaat, disampaikan dengan jelas, suasana pelatihan menyenangkan, dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Ada temuan yang perlu ditingkatkan agar diperoleh penilaian 100% sangat setuju yaitu pada indikator peran serta aktif dari peserta, karena ada beberapa peserta didik kurang begitu aktif sehingga diharapkan pada pelatihan berikutnya menjadi bahan evaluasi agar semua peserta didik aktif dalam mengikuti pelatihan. Namun secara umum pelaksanaan pelatihan telah mendapat respon yang sangat baik dari peserta didik ditandai peserta didik sangat antusias dan menunjukkan ketertarikan yang sangat tinggi untuk mengembangkan terus. Kegiatan pelatihan otomatisasi sederhana dengan Arduino diharapkan dapat dilanjutkan dengan peserta yang lebih banyak dan menjadi kegiatan ekstrakurikuler unggulan di MA Al Madinah Nogosari Boyolali di masa mendatang.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada MA Al Madinah Nogosari Boyolali dan LP2M Universitas Sebelas Maret melalui hibah grup riset Tahun 2024 dengan nomor kontrak 195.1/UN27.22/PT.01.03/2024

6. DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, S. (2020). *Peran Pemerintah dalam Revolusi Industri 4.0. Inspektorat Jenderal Kementerian Kelautan Dan Perikanan Indonesia.*
- Arifa, A., & Harjunowibowo, D. (2022). *Pembuatan Power Logger Berbasis IoT untuk Rangkaian DC.* Universitas Sebelas Maret.
- Badamasi, Y. A. (2014). The working principle of an Arduino. *Proceedings of the 11th International Conference on Electronics, Computer and Computation, ICECCO 2014.*
- Damar, A. M. (2017). *Ketakutan Robot Akan Ambil Alih Pekerjaan Manusia Itu Salah.* Liputan 6.
- Fezari, M., & Dahoud, A. Al. (2018). *Integrated Development Environment " IDE " For Arduino.* October 2018.
- Inayati, F. J., & Harjunowibowo, D. (2022). *Pembuatan Sistem Kendali dan Data Logger Suhu dan Kelembaban Tanah pada Tanaman* (D. Harjunowibowo (ed.); 1st ed.). Lakeisha.
- Jamaluddin, A., Harjunowibowo, D., Akbar Rochim, M., Mahadmadi, F., Bulan Kakanita, H., & Laksono, P. W. (2016). Implementation of RFID on Computer Based Test (RF-CBT) system. *Proceedings - Joint International Conference on Electric Vehicular Technology and Industrial, Mechanical, Electrical and Chemical Engineering, ICEVT 2015 and IMECE 2015.*
- Rahardjo, D. T., Adhitama, E., & Hadi, S. (2017). Wireless water flow monitoring based on Android smartphone. *International Conference of Industrial,*

- Mechanical, Electrical, and Chemical Engineering.*
- Jamaluddin, A., Refiyanti, P., Harjunowibowo, D., Rahmasari, L., Jamzuri, Dwi Teguh, R., & Priyo Heru, A. (2015). A wireless water flow monitoring in a closed channel pipeline for leakage detection. *Advanced Science Letters*, 21(10).
- Laucereno, S. F. (2022). Pekerja Manusia Mau Digantikan Robot, Ancaman Atau Peluang Industri? *DetikFinance*.
- MF Muarif, et. al., (2024). Pelatihan pembuatan alat peraga pembelajaran fisika berbasis sensor dan mikrokontroler di SMK Pelita Persada kota Tangerang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*.
- Pan, T., & Zhu, Y. (2018). *Getting Started with Arduino*. In *In Desingning embedded systems with arduini*, pp.3–16.
- Puspitasari, T. D., & Harjunowibowo, D. (2022). *Power Logger Berbasis IoT Menggunakan Aplikasi Blynk untuk Arus Bolak-balik* (D. Harjunowibowo (ed.); 1st ed.). Lakeisha.
- R. Riries, et.al., (2023). Pelatihan Pembuatan Sensor Medis Berbasis IoT Sebagai Pengenalan Smart Medical Devices. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, vol.4 (1), pp.102-111
- Safitri, S. Y., & Rezeki, Y. A. (2022). *Alat Eksperimen Berbasis IoT Menggunakan Google Sheets untuk Menentukan Konstanta Pendinginan Newton*. Universitas Sebelas Maret.
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution* (1st ed.). World Economic Forum. Yunos, S., & Din, R. (2019). The Generation Z Readiness for Industrial Revolution 4.0. *Creative Education*, 10(12), pp.2993–3002