

Pelatihan *Embedded System* pada Siswa Lintas Minat Mata Pelajaran Teknologi Informasi dan Komputer

Imam Riadi¹, Sunardi², Denis Prayogi^{3*}, Restu Prima Yudha³, dan Muchrisal³

¹Program Studi Sistem Informasi, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia

²Program Studi Teknik Elektro, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia

³Program Studi Magister Informatika, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta, Indonesia

*denis2107048007@webmail.uad.ac.id

Abstrak: *Embedded system* adalah sistem yang dirancang dengan tujuan khusus untuk meningkatkan fungsi mesin atau perangkat elektronika yang di dalamnya terdapat mikrokontroler sebagai pusat pemrosesan data. Era Industri 4.0 saat ini memungkinkan *embedded system* dapat dimaksimalkan dengan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk memonitor dan mengontrol dari jarak jauh terhadap perangkat, sensor, atau mesin. Pembelajaran mengenai mikrokontroler saat ini sudah ada di tingkat sekolah pada mata pelajaran Teknologi Informasi dan Komputer (TIK). SMA Hangtuh Tarakan merupakan sekolah di Kota Tarakan Provinsi Kalimantan Utara yang memiliki mata pelajaran lintas minat TIK untuk siswa kelas XI dan XII dengan fokus materi pada pemrograman mikrokontroler. Para siswa yang mengambil mata pelajaran ini masih banyak yang belum mengetahui tentang materi pembelajaran dan tujuan dalam mempelajarinya. Dari hasil survei *pre-test* sebelum kegiatan dilaksanakan diketahui bahwa tingkat pemahaman siswa masuk kedalam kriteria tidak paham dengan persentase 47,52% atau dengan skor rata-rata 2,38 (skala 5). Berdasarkan hasil tersebut, pihak sekolah bekerja sama dengan Program Studi Magister Informatika Universitas Ahmad Dahlan menyelenggarakan pelatihan yang berkaitan dengan tema *embedded system*. Kegiatan bertujuan untuk memberikan pengetahuan, gambaran, dan praktek mempelajari perkembangan teknologi berkaitan dengan *embedded system* kepada siswa di sekolah. Pelatihan diikuti oleh 35 siswa dengan metode seminar pemaparan materi dan dilanjutkan dengan memprogram mikrokontroler sebagai dasar kendali elektronika. Kegiatan ini memberikan dampak yang positif untuk siswa karena berdasarkan survey *post-test* yang dilaksanakan diakhir sesi didapatkan pengetahuan dan wawasan siswa tentang perkembangan teknologi di era industri 4.0 dan kemampuan memprogram mikrokontroler meningkat menjadi 60,63% atau skor rata-rata menjadi 3,64 pada (skala 5) pada kriteria sangat paham.

Kata Kunci: *Embedded System*; Mikrokontroler; Pelajaran Lintas Minat; TIK

Abstract: *An Embedded system is designed with a special purpose to improve the function of a machine or electronic device in which there is a microcontroller as a data processing centre. The current Industrial Era 4.0 allows embedded systems to be maximized with the Internet of Things (IoT) technology to control and monitor devices, sensors, or machines remotely. Learning about microcontrollers currently exists at the school level in Information and Computer Technology (ICT) subjects. SMA Hangtuh Tarakan is a school in Tarakan City, North Kalimantan Province, which has ICT cross-interest subjects for class XI and XII students with a focus on microcontroller programming. Many students who take this subject still need to learn about the learning material and the purpose of studying it. From the results of the pre-test survey before the activity was carried out, the level of student understanding was included in the criteria of not understanding with a percentage of 47.52% or with an average score of 2.38 (scale 5). Based on these results, the school, in collaboration with the Master Program of Informatics Universitas Ahmad Dahlan, organized training related to the embedded systems theme. Activities aim to provide*

knowledge, description, and practice of studying technological developments related to embedded systems to students in schools. The training was attended by 35 students using the material presentation seminar method and continued with programming the microcontroller as the basis for electronic control. This activity had a positive impact on students because, based on the post-test survey conducted at the end of the session, students' knowledge and insights about technological developments in the industrial era 4.0 and the ability to program microcontrollers increased to 60.63% or an average score of 3.64 in (scale 5) on the criteria of very understanding.

Keywords: *Embedded System; Microcontroller; Cross-interest Subjects; ICT*

© 2022 Bubungan Tinggi: Jurnal Pengabdian Masyarakat

Received: 1 September 2022 **Accepted:** 22 November 2022 **Published:** 4 Desember 2022
DOI : <https://doi.org/10.20527/btjpm.v4i4.6303>

How to cite: Riadi, I., Sunardi, S., Prayogi, D., Yudha, R. P., & Muchrisal, M. (2022). Pelatihan embedded system pada siswa lintas minat mata pelajaran teknologi informasi dan komputer. *Bubungan Tinggi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(4), 1257-1265.

PENDAHULUAN

Embedded system adalah sistem yang dirancang dengan tujuan khusus untuk meningkatkan fungsi mesin yang diimplementasikan menggunakan mikrokontroler sebagai pusat pemrosesan data (Rifka et al., 2018; Siregar & Mahardika, 2015). *Embedded system* mirip seperti komputer karena ada perangkat lunak di dalamnya (Fathurrahmani et al., 2019). Aplikasi digunakan di berbagai bidang seperti medis, pertanian, industri, dan ekonomi untuk sistem otomatisasi, sistem kontrol, dan sistem monitoring terintegrasi (Abdullah et al., 2021; Nurahmadi & Ashari, 2011).

Saat ini teknologi sudah berada di era industri 4.0, banyak terobosan baru di bidang teknologi informasi (Destiarini & Kumara, 2019) dan membuat perubahan yang signifikan (Alyafi et al., 2022). Era ini membuat interkoneksi antara manusia, perangkat, dan mesin menjadi penting (Sitorus et al., 2020). *Embedded system* dapat dimaksimalkan dengan teknologi *Internet of Things* (IoT). IoT merupakan istilah dimana perangkat keras seperti komputer dan elektronika dapat dikendalikan dari jarak jauh

menggunakan protokol jaringan internet (Adani & Salsabil, 2019).

Saat ini, mempelajari *embedded system* sudah lebih mudah dengan tersedianya beragam modul-modul elektronika di pasaran dengan harga terjangkau. Modul elektronika yang ada seperti sensor input dan perangkat output dapat langsung digunakan dan diprogram tanpa harus mengetahui cara membuat modul tersebut. *Embedded system* memerlukan komponen utama yang disebut sebagai mikrokontroler yang dapat diprogram untuk fungsi kontrol pada sistem (Rochayati et al., 2012). Untuk mempelajari mikrokontroler sebagai pusat pemrosesan data dan kontrol elektronika berbagai proses, saat ini sudah tersedia Arduino. Arduino merupakan mikrokontroler *single board* berbasis *open source* (Samsurizal et al., 2018) yang dapat berfungsi sebagai kendali pada perangkat elektronika (Yonanda et al., 2022) karena dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman (Sahali et al., 2018).

Pembelajaran *embedded system* di era industri 4.0 memberikan peluang pada dunia pendidikan. *Embedded system* dengan memanfaatkan teknologi IoT dapat menjadi solusi untuk mempelajari

sistem kontrol cerdas (Purnamawati *et al.*, 2021) seperti monitoring suhu di ruangan kelas untuk efisiensi penggunaan pendingin ruangan.

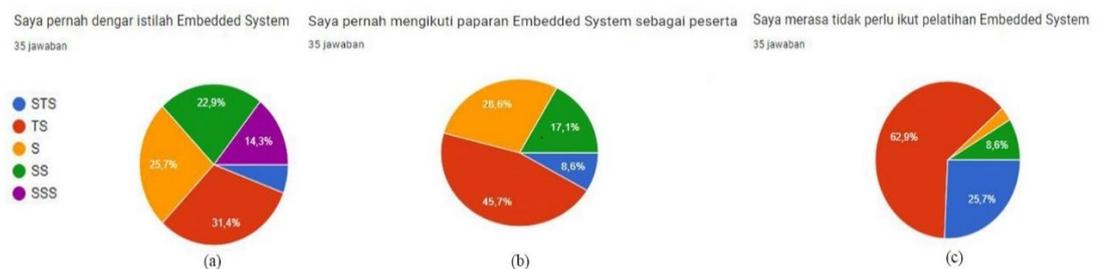
Pendidikan berbasis praktek yang mengikuti perkembangan teknologi saat ini dapat mengembangkan kreativitas siswa untuk mengatasi permasalahan di sekitarnya dengan pendekatan yang *up to date*. Pendidikan saat ini disebut pendidikan 4.0 (Saleh *et al.*, 2014) dan menjadi topik yang serius (Nahrowi *et al.*, 2020) sehingga sudah mulai diajarkan di sekolah-sekolah sebagai mata pelajaran pilihan.

Sekolah Menengah Atas (SMA) Hangtuah di Kota Tarakan Provinsi Kalimantan Utara memiliki mata pelajaran *embedded system*. SMA Hangtuah memiliki mata pelajaran lintas minat Teknologi Informasi dan Komputer (TIK) untuk kelas XI dan XII dengan fokus pada *embedded system*. Mata pelajaran ini memberikan pengetahuan dasar tentang memprogram mikrokontroler yang dikombinasikan dengan sensor *input* dan *output* sehingga di akhir semester siswa dapat menghasilkan karya-karya sederhana yang bermanfaat. Hal ini dilakukan agar memberikan gambaran dan pengetahuan

kepada siswa tentang perkembangan teknologi di era industri 4.0 yang berbasis sistem cerdas menggunakan perangkat tertanam. Mata pelajaran ini juga diharapkan mampu meningkatkan kreativitas siswa (Manfaluhty & Wilyanti, 2018) dalam membuat perangkat untuk menyelesaikan kasus-kasus sederhana yang berkaitan dengan teknologi saat ini.

Setiap siswa diberikan kebebasan untuk memilih mata pelajaran lintas minat. Namun ketika memilih lintas minat TIK, siswa banyak yang belum mengetahui tentang materi pelajaran ini karena materi *embedded system* baru diselenggarakan satu semester sebelumnya kepada siswa yang saat ini sudah naik kelas dengan guru pengampu berasal dari luar sekolah yang memiliki kompetensi di bidang ini. Mata pelajaran lintas minat ini diikuti oleh siswa dari Jurusan Matematika dan Ilmu Alam (MIA) dan Ilmu Ilmu Sosial (IIS).

Berdasarkan survei melalui *pre-test* yang dilakukan melalui *Google form* didapatkan gambaran tentang pengetahuan siswa mengenai materi pengabdian seperti yang ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Pengetahuan Siswa tentang *Embedded System*

Gambar 1 menampilkan jawaban dari tiga pertanyaan mengenai *embedded system*. Pertanyaan pertama pada Gambar 1(a) bertujuan untuk mengetahui apakah para siswa pernah mendengar istilah *embedded system*. Dari 35 peserta yang mengisi didapatkan jawaban terbanyak sebesar 31,4% yaitu tidak

setuju, artinya sebagian besar responden belum mengetahui istilah tersebut. Responden yang menyatakan jawaban setuju, sangat setuju, dan sangat setuju sekali berarti sudah pernah tahu istilah tersebut. Siswa yang sudah mengetahui merupakan siswa kelas XII yang sebelumnya sudah pernah mempelajari

tentang *embedded system* di kelas XI pada tahun sebelumnya.

Pertanyaan kedua pada Gambar 1(b) bertujuan untuk mengetahui apakah sebelumnya para siswa pernah mengikuti pelatihan atau belajar tentang *embedded system*. Sebanyak 45,7% menjawab tidak setuju, ini berarti para siswa belum pernah mengikuti kegiatan atau pembelajaran mengenai *embedded system*. Siswa yang menyatakan setuju, sangat setuju, dan sangat setuju sekali merupakan siswa yang pernah mengikuti kegiatan pembelajaran.

Pertanyaan ketiga pada Gambar 1(c) bertujuan untuk mengetahui minat siswa apakah tertarik untuk mengikuti kegiatan ini. Jawaban peserta didominasi dengan tidak setuju dan sangat tidak setuju yang berarti bahwa para peserta memiliki minat yang besar untuk mengikuti kegiatan ini. Sedangkan yang menyatakan setuju memiliki arti bahwa tidak berminat mengikuti kegiatan ini karena sudah pernah mempelajarinya.

Berdasarkan gambaran hasil *pre-test* yang telah dilakukan maka pihak sekolah dan penyelenggara dalam hal ini Dosen dan Mahasiswa Magister Informatika Universitas Ahmad Dahlan bekerja sama untuk menyelenggarakan pelatihan dengan tema *embedded system* pada tanggal 22 Agustus 2022. Narasumber dari kegiatan ini yang dinamakan Program Pemberdayaan Umat (Prodamat) adalah Dosen Magister Informatika yang diwakili oleh tiga orang mahasiswa pascasarjana yang memiliki kompetensi di bidang informatika dan pemrograman mikrokontroler.

Tujuan penyelenggaraan Prodamat yang dilaksanakan di Sekolah SMA Hangtuah Tarakan adalah memperkenalkan siswa tentang perkembangan teknologi saat ini yang sudah memasuki era industri 4.0 berbasis *embedded system* dan memperkenalkan pemrograman berbasis mikrokontroler sebagai dasar dari sistem kendali perangkat elektronika. Kegiatan

pengabdian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi siswa yaitu terbukanya wawasan siswa dan mampu memprogram perangkat elektronika untuk membuat sistem otomatisasi sebagai bekal untuk dikembangkan di mata pelajaran lintas minat ini.

METODE

Pengabdian masyarakat yang dalam hal ini diistilahkan sebagai Prodamat menggunakan metode seminar dan *workshop* kepada siswa kelas XI dan XII dari jurusan MIA dan IIS dengan total 35 peserta. Waktu pelaksanaan yaitu pada hari Senin tanggal 22 Agustus 2022 bertempat di Laboratorium komputer SMA Hangtuah Tarakan. Sekolah ini terletak di jalan RE. Marthadinata RT. 13 No. 30, Kelurahan Pamusian, Kecamatan Tarakan Tengah, Kota Tarakan, Provinsi Kalimantan Utara.

Metode atau tahapan yang digunakan dalam melaksanakan kegiatan pengabdian ini adalah prakegiatan, pelaksanaan kegiatan, dan pasca kegiatan (Yolanda & Arini, 2018). Tahapan prakegiatan dilaksanakan dengan melakukan survei *pre-test* untuk mengetahui kondisi tentang peserta (Saputra et al., 2022). Kemudian menyusun materi dan proposal kegiatan berdasarkan hasil survei, serta menyiapkan surat-surat yang dibutuhkan. Langkah berikutnya menentukan waktu dan tempat pelaksanaan dengan pihak sekolah dan dilanjutkan diskusi terkait peserta yang akan mengikuti kegiatan. Langkah terakhir dari tahap ini adalah menyusun *rundown* acara dengan koordinasi kepada pihak sekolah.

Tahapan kedua adalah pelaksanaan kegiatan dengan dimulainya acara pada pukul 11.45–15.00 WITA yang terbagi menjadi sesi seminar dan sesi *workshop*. Pelaksanaan dilakukan secara *blended* karena penyampaian materi ada yang bersifat daring dan luring. Jumlah peserta sebanyak 35 siswa yang terdiri dari kelas

XI dan XII dengan Jurusan MIA dan IIS. Penyampaian materi dilakukan melalui *Powerpoint*, mendemonstrasikan, dan dilengkapi modul pembelajaran dengan contoh-contoh perkembangan teknologi terkini yang berkaitan dengan *embedded system*. *Workshop embedded system* menggunakan simulasi virtual melalui website www.tinkercad.com sehingga tidak memerlukan perangkat secara fisik. Saat akhir sesi, peserta melakukan pengisian survei *post-test* menggunakan media *Google form* untuk mengetahui tingkat pemahaman siswa setelah mengikuti kegiatan pengabdian.

Tahapan ketiga yaitu pasca kegiatan yang terdiri dari penarikan kesimpulan dari hasil kegiatan berdasarkan survei *post-test* yang telah dilakukan. Kemudian menyusun laporan akhir dari pelaksanaan kegiatan pengabdian dan mempublikasikan hasil pengabdian pada jurnal ilmiah.

Agar dapat mengetahui manfaat kegiatan pengabdian ini, perlu dilakukan evaluasi untuk mengukur tingkat pemahaman peserta dan mengetahui tingkat keberhasilan *workshop* (Nopriyanti *et al.*, 2022). Evaluasi dilakukan di akhir sesi setelah pemberian materi selesai dengan cara memberikan kuisisioner survei *post-test*. Survei diisi oleh peserta menggunakan media *Google form* yang berisi enam pernyataan dengan skor jawaban seperti yang terlihat pada Tabel 1 (Saputra *et al.*, 2022).

Tabel 1 Pedoman Skor Pengisian Survei

| Skor | Penilaian |
|------|----------------------|
| 5 | Sangat setuju sekali |
| 4 | Sangat setuju |
| 3 | Setuju |
| 2 | Tidak setuju |
| 1 | Sangat tidak setuju |

Hasil survei dari *Google form* kemudian dianalisis dan dihitung menggunakan skor rata-rata yang nilai akhirnya dikonversi menjadi kriteria tingkat pemahaman. Berdasarkan perhitungan angket (Saputra *et al.*, 2022) yang dilakukan, terdapat lima kriteria

tingkat pemahaman dengan rentang nilai seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Konversi Nilai untuk Tingkat Pemahaman

| Rata-rata (x) | Kriteria Pemahaman |
|-----------------|---------------------|
| $X \geq 4,2$ | Sangat paham sekali |
| $3,4 < X < 4,2$ | Sangat paham |
| $2,6 < X < 3,4$ | Paham |
| $1,8 < X < 2,6$ | Tidak paham |
| $X \leq 1,8$ | Sangat tidak paham |

Berdasarkan Tabel 2, hasil perhitungan rata-rata (x) yang didapat dari pengisian survei dikonversi menjadi kriteria pemahaman (Saputra *et al.*, 2022). Pengabdian ini akan disimpulkan berdasarkan kriteria tersebut dan dapat disimpulkan berhasil apabila skor akhir rata-rata masuk dalam kriteria Paham (P), Sangat Paham (SP), Sangat Paham Sekali (SPS), dan disimpulkan tidak berhasil apabila masuk dalam kriteria Tidak Paham (TP), dan Sangat Tidak Paham (STP).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan prodamat di SMA Hangtuah diikuti 35 siswa dari kelas XI dan XII Jurusan MIA dan IIS pada tanggal 22 Agustus 2022. Kegiatan yang berlangsung secara *blended* ini dibuka dengan sambutan dari dua dosen pembina pengabdian melalui daring menggunakan platform *Google meet* dan sambutan dari pihak sekolah dalam hal ini diwakili oleh bagian kurikulum secara luring. Sambutan yang dilakukan secara daring dikarenakan tempat pelaksanaan dengan lokasi dari dosen berbeda kota. Gambar 2 menampilkan proses sambutan dari dosen pembimbing kegiatan pengabdian.



Gambar 2 Sambutan Dosen dan Pihak Sekolah

Gambar 2 menampilkan suasana kegiatan yang berlangsung secara *blended* dan dihadiri seluruh tim kegiatan prodamat terdiri dari 2 dosen pembimbing, 3 mahasiswa pelaksana, 35 peserta, dan 2 guru perwakilan sekolah. Kegiatan pengabdian secara *blended* memberikan pemaparan tentang istilah, perkembangan teknologi saat ini, contoh-contoh penerapan dan memberikan gambaran tentang perkembangan teknologi yang akan datang. Proses pemaparan awal tentang materi ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Pemaparan Materi *Embedded System*

Gambar 3 menampilkan proses pemaparan awal tentang materi *embedded system*. Para peserta diberikan teori dasar tentang istilah, defenisi, komponen, dan contoh-contoh penerapan dalam kehidupan sehari-hari. Seluruh peserta antusias mengikuti pemaparan ini karena berdasarkan hasil *pre-test* sebagian besar peserta belum mengetahui tentang seluk beluk *embedded system*.

Setelah pemaparan materi dasar diberikan, selanjutnya adalah *workshop* singkat tentang *embedded system*. *Workshop* ini memberikan pengetahuan dasar kepada peserta tentang cara menggunakan dan memprogram mikrokontroler sebagai pusat pemrosesan

data dan sensor *input-output*. Hal ini menjadi bekal bagi para peserta karena akan belajar mata pelajaran *embedded system* selama satu semester. Materi workshop tentang mikrokontroler ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4 Pelatihan *Embedded System* Menggunakan Mikrokontroler

Gambar 4 menampilkan suasana ruangan laboratorium saat peserta berlatih untuk merakit rangkaian sederhana dan memprogram mikrokontroler menggunakan virtual untuk simulasi. Para peserta mengakses website www.tinkercad.com, kemudian mencoba merakit, memprogram, dan mensimulasikan secara *real-time*. Hal ini memberikan gambaran kepada peserta tentang proses *input-output* yang terjadi pada perangkat *embedded system*.

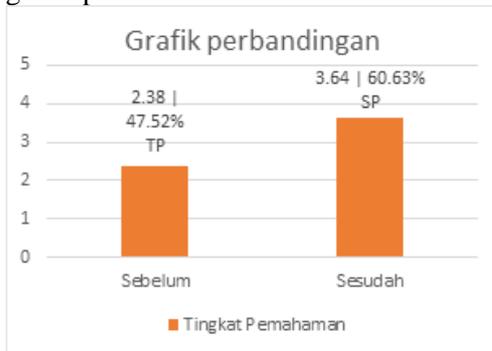
Pelaksanaan dengan metode seminar dan *workshop* untuk siswa lintas minat menunjukkan peningkatan yang signifikan (Dethan *et al.*, 2020). Hal ini berdasarkan survei *post-test* yang dilakukan di akhir sesi untuk mengetahui manfaat yang didapatkan oleh peserta. Hasil dari survei didapat dari proses perhitungan dan menjadi bahan evaluasi. Survei *post-test* dilakukan menggunakan media *Google form* dengan memberikan enam pernyataan seperti pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Survei pada Siswa

| No | Pernyataan | Total Skor (Σ) | Rata-Rata (X) |
|----|--|-------------------------|---------------|
| 1 | Pelatihan ini membuat saya mendapat tambahan ilmu/wawasan tentang <i>embedded system</i> | 136 | 3,89 |

| No | Pernyataan | Total Skor (Σ) | Rata-Rata (X) |
|----|---|-------------------------|---------------|
| 2 | Pelatihan ini membuat saya lebih peka ketika mengikuti paparan <i>embedded system</i> | 127 | 3,63 |
| 3 | Pelatihan ini membuat saya lebih semangat untuk menggunakan <i>embedded system</i> | 119 | 3,40 |
| 4 | Pelatihan ini membuat saya merasa <i>embedded systems</i> bisa lebih dioptimalkan | 130 | 3,71 |
| 5 | Pelatihan ini membuat kemampuan saya dalam memahami <i>embedded system</i> meningkat | 131 | 3,74 |
| 6 | Pelatihan <i>embedded system</i> seperti ini jika diadakan lagi saya ingin kembali ikut | 121 | 3,46 |
| | Rata-rata(x) | 764 | 3,64 |
| | Persentase | | 60,63% |

Berdasarkan Tabel 3, dengan enam pernyataan yang diberikan mendapatkan total skor 764. Skor ini didapatkan dari hasil pengisian survei setelah kegiatan berdasarkan acuan Tabel 1. Total rata-rata didapatkan dari penjumlahan keseluruhan rata-rata yang dibagi dengan jumlah pernyataan sehingga hasil akhirnya adalah 3,64. Total rata-rata inilah yang menjadi acuan penilaian pengabdian ini berdasarkan Tabel 2 sehingga masuk dalam kriteria sangat paham dengan persentase 60,63%. Hasil perbandingan tingkat pemahaman peserta tentang materi yang diberikan dapat dilihat pada grafik pada Gambar 5.



Gambar 5 Grafik Perbandingan

Gambar 5 merupakan perbandingan tingkat pemahaman peserta sebelum dan sesudah kegiatan pengabdian. Dari 35 peserta yang mengisi survei *pre-test* dapat ditarik kesimpulan bahwa kriteria masuk pada TP atau tidak paham dengan skor 2,38 dan persentase 47,52%. Setelah

dilaksanakan kegiatan pengabdian dan dilakukan lagi pengisian survei *post-test* maka dapat ditarik kesimpulan bahwa peserta masuk dalam kriteria SP atau sangat paham dengan skor 3,64 dan persentase 60,63%. Dengan demikian, seminar dan *workshop* ini memberikan dampak yang positif yang signifikan seperti yang dilakukan oleh Sitorus *et al.* (2019) sehingga bermanfaat bagi siswa yang mengikuti kegiatan ini.

SIMPULAN

Kegiatan pelatihan dengan materi *embedded systems* telah sukses diselenggarakan dengan memberikan hasil yang positif untuk siswa. Pengetahuan dan wawasan peserta tentang perkembangan teknologi di era Industri 4.0 dapat meningkat dengan kemampuan memahami materi. *Skill* siswa dalam memprogram mikrokontroler sebagai dasar kendali elektronika dapat dipahami dengan baik karena penyampaian materi mudah dipahami. Hasil survei menunjukkan adanya peningkatan pemahaman materi yang diberikan dari kriteria tidak paham menjadi kriteria sangat paham sehingga kegiatan ini dapat menjadi bekal bagi peserta dalam mengikuti pelajaran lintas minat di kemudian hari.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, A., Cholish, C., & Haq, M. Z.

- (2021). Pemanfaatan IoT (Internet of Things) dalam monitoring kadar kepekatan asap dan kendali camera tracking. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 5(1), 86.
- Adani, F., & Salsabil, S. (2019). Internet of Things: Sejarah teknologi dan penerapannya. *Isu Teknologi STT Mandala*, 14(2), 92–99.
- Alyafi, M. A., Anifah, L., B, I. G. P. A., & Nurhayati. (2022). Pengembangan trainer kit mikrokontroler nodemcu ESP32 berbasis IoT sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran pemrograman, mikroprosesor, dan mikrokontroler di smk negeri 1 sidoarjo. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 11(02), 203–212.
- Destiarini, D., & Kumara, P. W. (2019). Robot line follower berbasis mikrokontroler arduino uno Atmega328. *Jurnal Informanika*, 5(1), 18–25.
- Dethan, J. F. N., Daniawan, B., Rino, Hariyanto, S., Wijaya, A. H., Safitri, R. D., Lasut, D., Arijanto, R., & Fennita, F. (2020). Analisis dampak pelatihan microcontroller berbasis arduino di sma perguruan buddhi. *Jurnal Pemberdayaan: Publikasi Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(3), 237–244.
- Fathurrahmani, Kusri, W., Hafizd, K. A., & Supriyanto, A. (2019). Penerapan sistem tertanam untuk monitoring kandang ayam broiler. *MATRIK: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika Dan Rekayasa Komputer*, 19(1), 53–61.
- Manfaluhty, M., & Wilyanti, S. (2018). Pelatihan platform arduino untuk fungsi switching, monitoring, dan pengontrol bagi smk di wilayah bekasi. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Ipteks*, 4(1), 44–64.
- Nahrowi, D., Aribowo, D., & Hamid, M. A. (2020). Pengembangan trainer kit mikrokontroler ATmega16 untuk sekolah menengah kejuruan. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 17(2), 145–155.
- Nopriyanti, Kurniawan, E. D., & Harlin. (2022). Pelatihan pembuatan media pembelajaran elektronik untuk guru smk lingua prima. *Bubungan Tinggi: Jurnal Pengabdian ...*, 4(2), 459–466.
- Nurahmadi, F., & Ashari, A. (2011). Sistem kontrol dan monitoring suhu jarak jauh memanfaatkan embedded system mikroprosesor W5100 dan ATmega8535. *Ijeis*, 1(2), 55–66.
- Purnamawati, Akil, M., & Nuridayanti. (2021). Perancangan embedded system pada pembacaan dan pengendalian multi sensor berbasis Internet of Things (IoT). *Seminar Nasional Hasil Penelitian LP2M UNM*, 19, 752–764.
- Rifka, S., Firdaus, F., & Ramadhan, W. F. (2018). Penerapan embedded system pada sistem pintar pengendali multi perangkat dalam kelas berbasis intel galileo dan web. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 14(1), 51–61.
- Rochayati, U., Waluyanti, S., & Santoso, D. (2012). Inovasi media pembelajaran sains teknologi di smp berbasis mikrokontroler. *Prosiding Seminar Nasional Dalam Rangka Dies Natalis Ke-48 Universitas Negeri Yogyakarta*, 42(1), 299–308.
- Sahali, I. R., Samman, F. A., Sadjad, R. S., Yohannes, C., Gassing, & Achmad, A. (2018). Pelatihan pengembangan aplikasi menggunakan mikrokontroler untuk meningkatkan kompetensi siswa smk. *TEPAT Jurnal Teknologi Terapan Untuk Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 162–168.
- Saleh, M., Jasruddin, D. M., & Ihsan, N. (2014). Pelatihan dasar perancangan teknologi tepat guna berbasis mikrokontroler arduino pada siswa sman 1 parepare. *Prosiding Seminar Nasional Lemabag Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*

- Universitas Negeri Makassar*, 560–563.
- Samsurizal, Putera, R. P., Fikri, M., D, D. J., Purnamasari, D., Sarimun, W., & Untoro, A. (2018). Pengenalan teknologi pengontrol berbasis arduino di smk negeri 6 tangerang selatan. *Terang*, 1(1), 31–41.
- Saputra, S., Juliansyah, F., Ramdhani, R., Umar, R., Dahlan, U. A., Elektro, T., Ahmad, U., & Saputra, S. (2022). Workshop pengenalan edlink sebagai media online di ikip muhammadiyah maumere. *Reswara : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 505–513.
- Siregar, R. R. A., & Mahardika, J. (2015). Monitoring akses loker dosen menggunakan embedded. *PETIR: Jurnal Pengkajian Dan Penerapan Teknik Informatika*, 8(2), 181–188.
- Sitorus, M. B., Gifson H, A., Mangapul, J., & Azis, H. (2020). Pelatihan mikrokontroler dalam pengenalan robotika sebagai respon revolusi industri 4.0 di smk media informatika dasana indah Tengerang. *Terang*, 2(2), 144–150.
- Sitorus, M. B., Pramono, T. J., Tambunan, J. M., Hastuti, A., & Pawenary. (2019). Pemrograman mikrokontroler guna memperkenalkan industri 4.0 di sma negeri 7 tangerang selatan. *Terang: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat Menerangi Negeri*, 2(1), 34–42.
- Yolanda, Y., & Arini, W. (2018). Pelatihan robotik dan teknologi arduino bagi guru mipa dan pelajar sma/smk di wilayah kabupaten musi rawas. *Jurnal Cemerlang: Pengabdian Pada Masyarakat*, 1(1), 1–11.
<https://doi.org/10.31540/jpm.v1i1.74>
- Yonanda, A., Harmen, Risano, A. Y. E., Prayitno, H., Riszal, A., & Martinus. (2022). Pelatihan pembuatan karya teknologi sederhana menggunakan mikrokontroler arduino untuk meningkatkan keterampilan siswa sma al-husna bandar lampung. *Nemui Nyimah: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 2–7.