



## Pengabdian pada Masyarakat: Trainer Board Mikrokontroler Berbasis Arduino sebagai Media Pembelajaran di Jurusan Teknik Elektronika SMK Negeri 2 Pamekasan

<sup>1</sup>Parama Diptya Widayaka, <sup>2</sup>Novia Restu WIndayani, <sup>3</sup>Bonda Sisephaputra, <sup>4</sup>Ayusta Lukita Wardani, <sup>5</sup>Anggi Rahmad Zulfikar

<sup>1</sup>Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Surabaya.

<sup>2</sup>Department of Cosmetology Education, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Surabaya.

<sup>3</sup>Department of Informatics Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Surabaya.

<sup>4</sup>Department of Electrical Engineering, Vocational Program, Universitas Negeri Surabaya.

<sup>5</sup>Department of Civil Engineering, Vocational Program, Universitas Negeri Surabaya.

Jl. Ketintang, Surabaya, Indonesia. Postal code: 60231

\*Corresponding Author e-mail: [paramawidayaka@unesa.ac.id](mailto:paramawidayaka@unesa.ac.id)

Received: November 2022; Revised: November 2022; Published: Desember 2022

### Abstrak

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) adalah instansi pendidikan formal yang bertujuan untuk dapat mencetak siswa sebagai sumberdaya yang dapat bersaing di dalam bidang keahlian tertentu. Diharapkan dengan adanya SMK dapat mencetak sumberdaya manusia yang siap memasuki dunia kerja atau dunia industri bahkan dunia usaha yang produktif dan dapat menjawab tantangan Revolusi Industri 4.0. Dengan adanya harapan dan tujuan tersebut diharapkan SMK di Indonesia dapat membekali para siswanya untuk memiliki kompetensi yang sesuai dengan jurusan masing-masing sesuai kebutuhan industri. Untuk menumbuhkan serta meningkatkan kompetensi yang dimiliki oleh siswa di SMK, dibutuhkan kegiatan pembelajaran yang optimal. Sebagai sekolah kejuruan, SMK diharapkan memiliki media-media pembelajaran yang lengkap untuk memenuhi kebutuhan pembelajaran dalam mengembangkan dan meningkatkan kompetensi siswa. Sebagai contoh, untuk mencetak sumberdaya yang dapat bersaing di dunia teknologi elektronik, robotika dan otomasi, diharapkan setiap sekolah memiliki media pembelajaran yang lengkap dalam menunjang kegiatan pembelajaran. Salah satu contoh media pembelajaran untuk menunjang kegiatan pembelajaran di bidang elektronik, robotika dan otomasi adalah trainer mikrokontroler berbasis Arduino. Media ini diharapkan dapat meningkatkan dan mengembangkan kompetensi serta kemampuan berpikir kritis siswa dalam dunia industri. Melalui pengabdian masyarakat ini telah dibuat 6 unit trainer mikrokontroler berbasis Arduino sebagai media pembelajaran untuk menunjang kegiatan pembelajaran di Jurusan Teknik Elektronika SMK Negeri 2 Pamekasan.

**Kata Kunci:** Arduino, Mikrokontroler, Media Pembelajaran, Trainer, Sekolah Menengah Kejuruan

## Community Service: Arduino Based Microcontroller Trainer Board as Learning Media in Department of Electronics Engineering State Vocational High School 2 Pamekasan

### Abstract

Vocational High School (SMK) is a formal educational institution that aims to produce students as resources who can compete in certain areas of expertise. It is hoped that the existence of Vocational High Schools can produce human resources who are ready to enter the world of work or the industrial world and even the productive business world and can answer the challenges of the Industrial Revolution 4.0. With these hopes and objectives, it is hoped that Vocational Schools in Indonesia can equip their students to have competencies that are in accordance with their respective majors according to industry needs. To grow and improve the competencies possessed by students in SMK, optimal learning activities are needed. As a vocational school, SMK is expected to have complete learning media to meet learning needs in developing and improving student competencies. For example, to print resources that can compete in the world of electronic technology, robotics and automation, it is hoped that every school has complete learning media to support learning activities. One example of learning media to support learning activities in the fields of electronics, robotics and automation is an Arduino-based microcontroller trainer. This media is expected to improve and develop students' competence and critical thinking skills in the industrial world. Through this community service, 6 Arduino-based microcontroller trainer units have been created as learning media to support learning activities in the Department of Electronics Engineering at SMK Negeri 2 Pamekasan.

**Keywords:** Arduino, Microcontroller, Learning Media, Trainer, Vocational High School

How to Cite: Widayaka, P. D., Windayani, N. R., Sisephaputra, B., Wardani, A. L., & Zulfikar, A. R. (2022). Pengabdian pada Masyarakat: Trainer Board Mikrokontroler Berbasis Arduino sebagai Media Pembelajaran di Jurusan Teknik Elektronika SMK Negeri 2 Pamekasan. *Lumbung Inovasi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(4), 471–478. <https://doi.org/10.36312/linov.v7i4.875>



<https://doi.org/10.36312/linov.v7i4.875>

Copyright© 2022, Widayaka et al

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) License.



## PENDAHULUAN

Sebagai lembaga pendidikan formal yang bertujuan untuk menghasilkan siswa sebagai sumber daya yang mampu bersaing di dunia kerja, sekolah menengah kejuruan (SMK) memiliki peran penting dalam pengembangan dan peningkatan kompetensi siswa pada bidang ilmu kejuruan tertentu sesuai kebutuhan dunia luar khususnya di dunia industri. Pada abad 21, perkembangan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) saling bermunculan dan salah satu perkembangan iptek terbesar adalah Revolusi Industri 4.0 (Sulistiyanto et al., 2021). Dengan adanya Revolusi Industri 4.0 pertumbuhan teknologi digital berkembang sangat pesat dan sejalanannya dengan perkembangan dunia diharapkan masyarakat di seluruh penjuru dunia mampu beradaptasi dengan perubahan-perubahan atau inovasi yang ada di tengah lingkungan masyarakat. Berkaitan dengan hal tersebut, instansi pendidikan formal khususnya SMK juga harus beradaptasi dalam mengembangkan kegiatan pembelajaran demi meningkatkan kompetensi siswa agar mampu bersaing di dunia industri. Diperlukan pendidikan yang mampu menciptakan generasi inovatif, kreatif serta berdaya saing tinggi atau kompetitif untuk menghadapi era Revolusi Industri 4.0 (Lase, 2019). Beberapa aspek dari Revolusi Industri yang kini marak diperbincangkan adalah keterkaitan dan peranan teknologi otomasi dan robotika dalam sektor industri yang memiliki peran penting dalam kelancaran produksi di suatu perusahaan. Seperti halnya teknologi robot *Automated Guided Vehicle* (AGV) yang memiliki peran penting dalam efisiensi perusahaan dalam proses produksi dan pengemasan produk massal (Costea et al., 2015). Pada perusahaan manufaktur atau produksi mobil juga sudah menggunakan robot *Arm Manipulator* yang sudah banyak digunakan di berbagai aplikasi industri (Ali et al., 2018).

Dengan adanya berbagai perkembangan dan kemajuan pada era Revolusi Industri 4.0, SMK memiliki peran yang sangat krusial dalam membekali siswa dengan kompetensi-kompetensi yang mampu mendukung siswa pada dunia industri nantinya. Pada pengabdian yang dilakukan oleh penulis dan tim bermitra dengan SMK Negeri 2 Pamekasan. SMK Negeri 2 Pamekasan merupakan salah satu SMK Pusat Keunggulan (SMK PK) yang berada di kota Pamekasan, Madura. SMK PK merupakan sebuah program dalam pengembangan sekolah SMK dengan beberapa kompetensi untuk meningkatkan kualitas serta kinerja dengan melakukan kerjasama antar mitra dunia usaha, dunia kerja dan industri dengan pihak sekolah (Pudyastuti et al., 2022). Dengan status SMK PK yang dimiliki oleh SMK Negeri 2 Pamekasan tentunya banyak sekali pengembangan yang harus dilakukan salah satu contohnya inovasi dan pengembangan media pembelajaran yang diharapkan mampu memfasilitasi siswa dalam menggali dan menguatkan kompetensi siswa SMK. Pengabdian ini menasar Jurusan Teknik Elektronika yang ada di SMKN 2 Pamekasan untuk dilakukan pelatihan terkait pemanfaatan media pembelajaran mikrokontroler berbasis Arduino. Mikrokontroler menjadi tren pada Revolusi Industri 4.0 yang semakin banyak diminati untuk dikembangkan dan juga terdapat lembaga Pendidikan yang mulai mengkaji mikrokontroler untuk dimasukkan kedalam kurikulum (Nahrowi et al., 2020). Sudah banyak media pembelajaran mikrokontroler yang digunakan oleh beberapa sekolah, namun setelah dilakukan survey dengan melakukan diskusi dengan pihak guru di Jurusan Teknik Elektronika SMK Negeri 2 Pamekasan, mereka masih belum memiliki media pembelajaran trainer board mikrokontroler yang terintegrasi dengan beberapa sensor, actuator dan sistem interface untuk mendukung kegiatan pembelajaran sedangkan di kurikulum sekolah terdapat pelajaran yang mengharuskan untuk menggunakan media pembelajaran tersebut. Hal ini dikarenakan belum banyaknya penyedia kebutuhan yang berkaitan dengan mikrokontroler di Madura khususnya kota Pamekasan dan

kurangnya pengetahuan guru serta murid terkait mikrokontroler menyebabkan tidak adanya media pembelajaran mikrokontroler.

Dengan adanya permasalahan yang sudah dijabarkan sebelumnya, dibutuhkan sebuah pendekatan untuk memberikan solusi dalam memecahkan permasalahan yang terdapat di Jurusan Teknik Elektronika SMK Negeri 2 Pamekasan. SMK adalah lembaga Pendidikan formal dengan dengan porsi kegiatan praktikum yang lebih banyak, sehingga media pembelajaran sangatlah diperlukan dalam kegiatan pembelajaran (Febri Wardiyanto & Yundra, 2018). Tidak adanya fasilitas atau pendukung dalam menyediakan kebutuhan media pembelajaran mikrokontroler seperti perangkat atau modul mikrokontroler, sensor, actuator dan lainnya dapat menjadi penghambat dalam pengembangan dan penguasaan teknologi bagi siswa SMK sedangkan era Revolusi Industri 4.0 memaksa semua kalangan untuk paham dan menguasai literasi digital seperti contohnya teknologi mikrokontroler dan pengaplikasiannya. Dalam kegiatan pengabdian yang telah dilakukan, dirancang sebuah trainer mikrokontroler sebagai media pembelajaran untuk membantu guru sehingga diharapkan para guru atau pendidik mampu merancang dan merencanakan kegiatan pembelajaran secara sistematis dan menarik dalam pencapaian tujuan pembelajaran (Hariyadi & Kholis, 2015).

Pada pengabdian ini bertujuan untuk memberikan pelatihan dan produk berupa media pembelajaran mikrokontroler berbasis Arduino. Peserta yang mengikuti rangkaian acara pengabdian adalah para siswa dari Jurusan Teknik Elektronika dan dewan guru sehingga materi yang diberikan dapat dipahami dengan mudah oleh para siswa khususnya para guru diharapkan mampu berinovasi dengan media pembelajaran yang telah disediakan nantinya dan dapat mengimplementasikan ke dalam proses atau kegiatan belajar mengajar.

## METODE PELAKSANAAN

Tim PKM dari Universitas Negeri Surabaya terdiri dari 5 orang dosen dengan latar belakang sebagai dosen Teknik dan 1 orang mahasiswa dalam membantu ketercapaian kegiatan pengabdian. Kegiatan pengabdian dilaksanakan di ruang kelas Jurusan Teknik Elektro SMK Negeri 2 Pamekasan yang beralamat di Jalan Proppo No.161, Pamekasan. Metode pelaksanaan yang dilakukan pada kegiatan PKM berupa *workshop* atau pelatihan dengan memberikan materi dan pemahaman terkait trainer board mikrokontroler serta demonstrasi tata cara penggunaan trainer board mikrokontroler berbasis Arduino. Langkah-langkah pengabdian yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Tahapan Kegiatan Pengabdian

No	Tahapan Kegiatan	Keterangan
1	Koordinasi	Tim PKM UNESA melakukan koordinasi yang berkaitan dengan kebutuhan administrasi, materi dan kelengkapan lain dalam mendukung kegiatan PKM yang akan dilakukan.
2	Survey Lokasi	Tim PKM UNESA melakukan survey lokasi dengan diawali menghubungi pihak guru dari SMK Negeri 2 Pamekasan melalui media online untuk kemudian dilakukan survey lokasi
3	Perancangan Trainer Mikrokontroler	TIM PKM UNESA melakukan perancangan trainer board yang nantinya akan dijadikan sebagai materi pelatihan dan kemudian diserahkan ke pihak jurusan untuk memfasilitasi kegiatan pembelajaran.
4	Pelaksanaan Pelatihan/ <i>Workshop</i>	TIM PKM UNESA berkunjung ke SMK Negeri 2 Pamekasan untuk melaksanakan kegiatan workshop yang dilaksanakan di ruang kelas

5 Penyusunan Laporan dan Dokumentasi	Jurusan Teknik Elektronika SMK Negeri 2 Pamekasan. TIM PKM UNESA menyusun laporan kegiatan yang sudah dilaksanakan serta menyusun dokumentasi untuk kebutuhan setelah kegiatan pengabdian.
--------------------------------------	---

Pada kegiatan PKM yang telah dilaksanakan dihadiri oleh siswa dan guru dari Jurusan Teknik Elektronika. Kegiatan dibuka oleh Kepala Sekolah dan Wakil Kepala Sekolah SMK Negeri 2 Pamekasan yang turut hadir dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian. Pihak sekolah turut serta secara aktif dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian dengan memberikan bantuan yang dapat mendukung dan memperlancar kegiatan pengabdian seperti contohnya ruang kelas yang memadai, perangkat atau media yang digunakan selama kegiatan *workshop*.

Materi *workshop* yang diberikan berkaitan dengan mikrokontroler Arduino, fungsi dan fasilitas yang dimiliki oleh mikrokontroler Arduino, penggunaan port input dan output pada Arduino, pemahaman materi tentang sinyal analog dan digital serta tata cara penggunaan trainer board yang telah dirancang dengan dilakukan demonstrasi agar para peserta mampu memahami cara menggunakan trainer board yang baik dan benar.

## HASIL DAN DISKUSI

Dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, tim PKM UNESA melakukan proses perancangan dan desain trainer board mikrokontroler terlebih dulu. Proses perancangan dan desain trainer board dengan menggunakan aplikasi desain PCB "EAGLE" dimana pada kegiatan perancangan dilakukan proses penggambaran skematik rangkaian. Setelah skematik atau rangkaian sudah selesai dirancang, maka proses berikutnya adalah proses desain PCB menggunakan aplikasi yang sama. Pada tahap desain PCB dilakukan *blocking* atau penempatan komponen-komponen elektronik yang digunakan dalam trainer board mikrokontroler Arduino dengan membatasi dimensi board sekitar 10cmx10cm agar lebih ergonomis dan portabel. Setelah proses desain PCB sudah selesai selanjutnya dilakukan proses pencetakan PCB dan perakitan PCB trainer. Dalam proses perakitan board trainer, kami dibantu oleh mahasiswa untuk memasang dan merakit komponen-komponen elektronik.



**Gambar 1.** Perakitan trainer board mikrokontroler

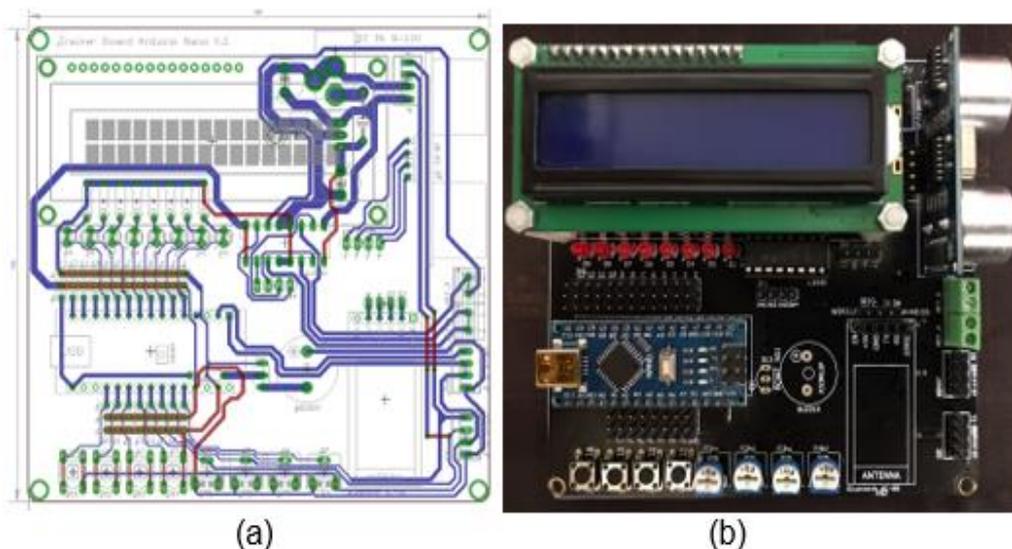
Kegiatan pengabdian masyarakat berupa pelatihan trainer board mikrokontroler berbasis Arduino telah dilaksanakan pada hari Rabu, 24 Agustus 2022 bertempat di ruang

kelas Jurusan Teknik Elektronika SMK Negeri 2 Pamekasan. Kegiatan dihadiri oleh 15 orang siswa jurusan Teknik Elektronika dan 10 orang guru. Pada saat pelaksanaan kegiatan, tim PKM UNESA memaparkan materi terkait pengenalan mikrokontroler berbasis Arduino dimana Arduino merupakan platform komputasi yang bersifat *open source* berbasis rangkaian sederhana untuk penggunaan input dan output (Sokop et al., 2016). Kegiatan pemaparan dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Pemaparan materi programming arduino

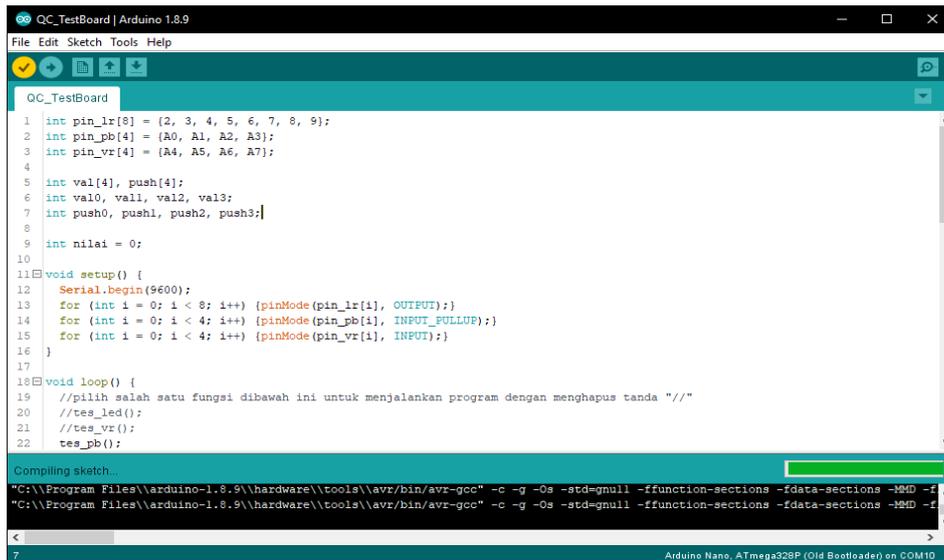
Selain pemaparan materi terkait platform Arduino, materi pelatihan juga berkaitan dengan desain trainer board berbasis Arduino, wiring diagram trainer board, dan tata cara penggunaan trainer board mikrokontroler berbasis Arduino. Trainer board Arduino didesain menggunakan aplikasi CAD untuk mendesain rangkaian atau PCB dari trainer board mikrokontroler berbasis Arduino dengan dimensi 10cmx10cm sehingga diharapkan trainer board mampu digunakan dimanapun dan bersifat *user-friendly*. Rancangan desain board mikrokontroler dapat dilihat pada Gambar 3a dan bentuk fisiknya dapat dilihat pada Gambar 3b.



**Gambar 3.** Tampilan desain board dan board yang telah dirakit

Dengan adanya *workshop* ini dapat memancing minat dan rasa keingintahuan dari siswa dan guru yang ditandai dengan aktifnya para siswa dan guru dengan memberikan beberapa pertanyaan terkait tata cara penggunaan board yang telah didemonstrasikan dan

juga bertanya terkait tata cara menuliskan Bahasa pemrograman untuk diaplikasikan ke board mikrokontroler menggunakan aplikasi IDE (*Integrated Development Environment*).



```

QC_TestBoard | Arduino 1.8.9
File Edit Sketch Tools Help
QC_TestBoard
1 int pin_lr[8] = {2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9};
2 int pin_pb[4] = {A0, A1, A2, A3};
3 int pin_vr[4] = {A4, A5, A6, A7};
4
5 int val[4], push[4];
6 int val0, val1, val2, val3;
7 int push0, push1, push2, push3;
8
9 int nilai = 0;
10
11 void setup() {
12   Serial.begin(9600);
13   for (int i = 0; i < 8; i++) {pinMode(pin_lr[i], OUTPUT);}
14   for (int i = 0; i < 4; i++) {pinMode(pin_pb[i], INPUT_PULLUP);}
15   for (int i = 0; i < 4; i++) {pinMode(pin_vr[i], INPUT);}
16 }
17
18 void loop() {
19   //pilih salah satu fungsi dibawah ini untuk menjalankan program dengan menghapus tanda "/"
20   //tes_led();
21   //tes_vr();
22   tes_pb();
}
Compiling sketch...
"C:\Program Files\arduino-1.8.9\hardware\tools\avr\bin\avr-gcc" -c -g -Os -std-gnull -ffunction-sections -fdata-sections -MMD -f
"C:\Program Files\arduino-1.8.9\hardware\tools\avr\bin\avr-gcc" -c -g -Os -std-gnull -ffunction-sections -fdata-sections -MMD -f
7 Arduino Nano, ATmega328P (Old Bootloader) on COM10

```

**Gambar 4.** Tampilan *Integrated Development Environment* Arduino yang digunakan pada kegiatan pelatihan

Setelah serangkaian kegiatan *workshop* dilakukan, kegiatan selanjutnya yang dilakukan oleh tim PKM UNESA adalah memberikan beberapa unit trainer board mikrokontroler berbasis arduino kepada pihak guru dan siswa Jurusan Teknik Elektronika SMK Negeri 2 Pamekasan. Dengan adanya bantuan trainer board mikrokontroler berbasis Arduino diharapkan kedepannya bisa dimanfaatkan semaksimal mungkin bagi para guru dan siswa Jurusan Teknik Elektronika terutama dalam kegiatan belajar mengajar yang bersifat *project-based learning*. Selain itu, diharapkan dengan adanya media pembelajaran trainer board mikrokontroler berbasis Arduino mampu meningkatkan kemampuan dan kompetensi siswa di bidang teknologi mikrokontroler sebagai bekal bagi para siswa dalam dunia kerja terutama di dunia industri serta dapat melaksanakan pembelajaran yang interaktif dimana para guru dan siswa mampu berkomunikasi dan berinteraksi secara dua arah sehingga siswa tidak hanya mendengarkan namun mereka juga diharapkan mampu bertanya atau berdiskusi (Mardi, 2021).



**Gambar 5.** Trainer board mikrokontroler yang diberikan kepada guru dan siswa

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan selama pelatihan, kami mengamati bahwa tidak banyak siswa yang tahu bahkan benar-benar memahami tentang mikrokontroler secara mendalam. Hal ini dapat kami amati dari sisi keaktifan dan kemauan siswa untuk memberikan pertanyaan mengenai materi mikrokontroler yang disampaikan namun, setelah dilakukan pendekatan secara personal dengan cara memberikan pertanyaan terkait mikrokontroler kepada masing-masing siswa, ternyata masih belum banyak yang memahami mikrokontroler secara mendalam. Dengan adanya hal tersebut, kami memberikan materi dan demonstrasi terkait mikrokontroler serta mengajak para siswa untuk aktif berinteraksi. Setelah beberapa metode dilakukan selama pelatihan, terdapat beberapa siswa yang perlahan memahami terkait mikrokontroler dan beberapa peripheral yang ada didalamnya dengan cara memancing siswa untuk menjawab beberapa pertanyaan. Hal ini dapat diamati dari pemahaman siswa terkait mikrokontroler dimana pada awalnya hanya ada sekitar 30% siswa yang paham tentang mikrokontroler dan setelah diberikan demonstrasi menggunakan board mikrokontroler terdapat sekitar 80% siswa yang memahami penggunaan mikrokontroler.

## KESIMPULAN

Kegiatan PKM yang telah dilakukan oleh tim PKM UNESA di Jurusan Teknik Elektronika SMK Negeri 2 Pamekasan telah terlaksana dengan baik dan lancar dengan tujuan utama untuk menciptakan media pembelajaran trainer board mikrokontroler berbasis Arduino dan pendampingan atau pelatihan penggunaan trainer board berbasis mikrokontroler. Dengan adanya kegiatan pengabdian ini, para peserta pelatihan yang terdiri dari siswa dan guru dapat memperoleh pengalaman terkait platform mikrokontroler berbasis Arduino dan diharapkan kedepannya trainer board mikrokontroler dapat digunakan sebagaimana mestinya serta kerjasama antar instansi dapat tetap bersinergi kedepannya.

## REKOMENDASI

Dengan adanya kegiatan pengabdian ini diharapkan kedepannya mampu dikembangkan lebih lanjut terkait media pembelajaran yang berbasis project dan aplikatif sehingga siswa mampu bereksperimen dengan lebih fokus dan terarah terhadap plan atau media pembelajaran yang mampu merangsang cara berpikir siswa dalam pemecahan masalah. Beberapa kendala yang ada pada saat pelatihan salah satunya adalah kurangnya media laptop untuk membantu siswa dalam mendemonstrasikan alat yang telah diberikan sehingga tidak mampu mengikuti secara keseluruhan materi.

## ACKNOWLEDGMENT

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada LPPM UNESA yang telah mendanai kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat, kepada Kepala Sekolah, Wakil Kepala Sekolah, dewan guru serta siswa Jurusan Teknik Elektronika SMK Negeri 2 Pamekasan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. H., Aizat, K., Yerkhan, K., Zhandos, T., & Anuar, O. (2018). Vision-based Robot Manipulator for Industrial Applications. *Procedia Computer Science*, 133, 205–212. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.07.025>
- Costea, A. D., Vatavu, A., & Nedevschi, S. (2015). Obstacle localization and recognition for autonomous forklifts using omnidirectional stereovision. *IEEE Intelligent Vehicles Symposium, Proceedings, 2015-Augus(lv)*, 531–536. <https://doi.org/10.1109/IVS.2015.7225739>
- Febri Wardiyanto, M., & Yundra, E. (2018). Pengembangan Trainer Kit Mikrokontroler Arduino Uno Berbasis Iot Sebagai Media Penunjang Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Sistem Kontrol Terprogram Di Smk Negeri 1 Jenangan Ponorogo. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 8(1), 139–148.
- Hariyadi, A., & Kholis, N. (2015). Pengembangan Trainer Mikrokontroler Sebagai Media Pembelajaran Di Smk Negeri 1 Sidoarjo. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 4(3), 669–673.

- Lase, D. (2019). Pendidikan di Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Sundermann*, 1(1), 28–43. <https://doi.org/https://doi.org/10.36588/sundermann.v1i1.18>
- Mardi, M. (2021). Meningkatkan Mutu Sumber Daya Manusia Bidang Animasi Melalui Program SMK PK (Pusat Keunggulan). *JIRA: Jurnal Inovasi Dan Riset Akademik*, 2(8), 1259–1268. <https://doi.org/10.47387/jira.v2i8.208>
- 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. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPTK/article/view/24366>
- Pudyastuti, E., Ginting, R. S., & Ginting, M. (2022). Sosialisasi Program SMK Pusat Keunggulan pada SMK Immanuel. *PUBARAMA: Jurnal Publikasi Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 35–38.
- Sokop, S. J., Mamahit, D. J., Eng, M., Sompie, S. R. U. A., Mahasiswa, ), & Pembimbing, ). (2016). Trainer Periferal Antarmuka Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 5(3), 13–23. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom/article/view/11999>
- Sulistiyanto, S., Mutohari, F., Kurniawan, A., & Ratnawati, D. (2021). Kebutuhan kompetensi di era revolusi industri 4 . 0 : review perspektif pendidikan vokasional. *Jurnal Taman Vokasi*, 9(1), 25–35.