

**UPAYA MENINGKATKAN KOMPETENSI PEMROGRAMAN DAN APLIKASI
MIKROKONTROLLER BERBASIS TRAINER MIKROKONTROLLER BAGI SISWA
SMK UMMATAN WASATHAN KABUPATEN KEDIRI**

Nurhayati Nurhayati¹, Lusia Rahmawati², Mohammad Iyo Agus Setyono³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

[1nurhayati@unesa.ac.id](mailto:nurhayati@unesa.ac.id)

Abstract

The application of microcontroller technology in vocational education is an important strategy in responding to the challenges of the Fourth Industrial Revolution. This study aims to enhance the programming and microcontroller application competencies of students at SMK Ummatan Wasathan in Kediri Regency through the development and utilization of an IoT-based microcontroller trainer. The method employed in this activity is Research and Development, involving the creation of a microcontroller trainer and training using lecture and hands-on practice methods in the form of a one-day workshop attended by 25 students. The implementation of the activity consisted of preparation, trainer design, training, and evaluation based on observation and response questionnaires. The trainer developed utilized Arduino microcontrollers with various supporting modules such as sensors, actuators, and network-based interfaces. The results of the activity showed that students were able to participate in the training enthusiastically, understand the use of the trainer, and demonstrate basic skills in creating and testing microcontroller programs. This activity had a positive impact on improving students' technological literacy and supported the integration of project-based learning into the Merdeka curriculum.

Keywords: microcontroller; trainer; IoT; vocational education; vocational high school

Abstrak

Penerapan teknologi mikrokontroller dalam pendidikan vokasi merupakan strategi penting dalam menjawab tantangan Revolusi Industri 4.0. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi siswa SMK Ummatan Wasathan Kabupaten Kediri dalam bidang pemrograman dan aplikasi mikrokontroller melalui pengembangan dan pemanfaatan trainer mikrokontroller berbasis IoT. Metode yang digunakan dalam kegiatan ini adalah Research and Development yaitu dengan Pembuatan Trainer Mikrokontroller dan Pelatihan dengan metode ceramah dan praktik langsung dalam bentuk pelatihan satu hari yang diikuti oleh 25 siswa. Pelaksanaan kegiatan terdiri dari tahap persiapan, perancangan trainer, pelatihan, serta evaluasi berbasis observasi dan angket respon. Trainer yang dikembangkan memanfaatkan mikrokontroller Arduino dengan berbagai modul pendukung seperti sensor, aktuator, dan antarmuka berbasis jaringan. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa siswa mampu mengikuti pelatihan dengan antusias, memahami penggunaan trainer, serta menunjukkan kemampuan dasar dalam membuat dan menguji program mikrokontroller. Kegiatan ini memberikan dampak positif terhadap peningkatan literasi teknologi siswa dan mendukung integrasi pembelajaran berbasis proyek dalam kurikulum Merdeka.

Kata Kunci: Mikrokontroller; Trainer; IoT; Pendidikan vokasi; SMK

Submitted: 2025-06-02	Revised: 2025-06-12	Accepted: 2025-06-24
-----------------------	---------------------	----------------------

Pendahuluan

Peningkatan kapasitas Teknologi, Informasi, dan Komunikasi (TIK) menuntut perkembangan kompetensi di bidang mikrokontroller, yang saat ini menjadi tulang punggung berbagai inovasi berbasis Internet of Things (IoT) (Simanjuntak & Sitorus, 2021). Mikrokontroller merupakan sebuah sistem komputer mini dalam satu chip yang mampu mengendalikan sensor, aktuator, dan perangkat jaringan secara mandiri, memungkinkan integrasi sistem yang efisien dan ekonomis. Oleh karena itu, urgensi pembelajaran mikrokontroller di SMK semakin penting, khususnya sebagai jembatan menuju dunia kerja berbasis teknologi modern.

Perkembangan teknologi di era digital telah mengalami kemajuan yang pesat, terutama dalam bidang Internet of Things (IoT). IoT adalah konsep yang memungkinkan perangkat-perangkat fisik untuk saling terhubung dan berkomunikasi melalui internet, sehingga menciptakan

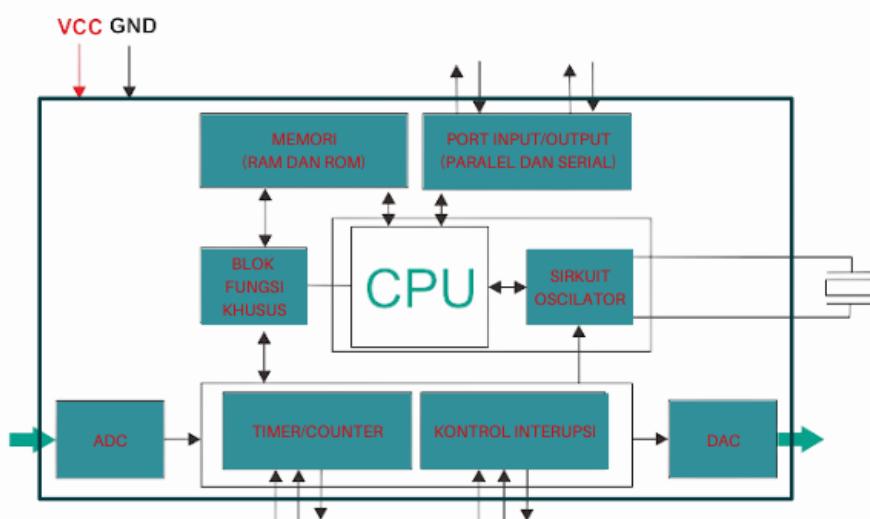
ekosistem yang cerdas dan otomatis (Irwanto, 2020). Di dunia pendidikan, terutama dalam pendidikan vokasi, seperti SMK jurusan Teknik Audio Video, pemahaman mengenai teknologi IoT sangat penting karena relevansinya yang tinggi dengan industri 4.0, di mana otomatisasi dan pemanfaatan data secara real-time menjadi kunci efisiensi dan produktivitas.

Salah satu bentuk implementasi nyata adalah diperkenalkannya mata pelajaran *Informatika* sejak jenjang SMP dan SMA, serta penyisipan modul *pemrograman* dalam *Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila (P5)*. Materi pemrograman yang diajarkan tidak hanya bersifat dasar seperti *block-based programming* (misalnya Scratch), tetapi juga diarahkan menuju *text-based programming* dan pemrograman perangkat fisik (*mikrokontroler*) di jenjang yang lebih tinggi, terutama pada SMK dan SMA. Tujuannya adalah membentuk peserta didik yang mampu berpikir sistematis, logis, dan kreatif dalam menyelesaikan tantangan nyata.

Penelitian menunjukkan bahwa integrasi pembelajaran pemrograman dalam kurikulum memiliki dampak positif terhadap peningkatan *higher-order thinking skills* (HOTS). Misalnya, studi oleh (Yadav et al., 2016) menunjukkan bahwa siswa yang belajar pemrograman sejak dini menunjukkan peningkatan signifikan dalam kemampuan pemecahan masalah dan pengambilan keputusan. Penelitian (Topcubaşı & Tiryaki, 2023) membuktikan bahwa penerapan pembelajaran mikrokontroler berbasis Arduino pada siswa SMK mampu meningkatkan pemahaman STEM dan kreativitas siswa dalam proyek berbasis teknologi.

Kemendikbudristek juga mendorong pembelajaran berbasis *project-based learning* (PjBL) yang sangat cocok untuk pembelajaran coding dan mikrokontroler (Tofel-Grehl et al., 2022). Hal ini selaras dengan semangat *Merdeka Belajar* yang memberikan keleluasaan kepada sekolah untuk menyesuaikan materi dengan kebutuhan dan potensi siswa. Dalam hal ini, pengembangan media pembelajaran seperti *trainer mikrokontroler* sangat krusial sebagai sarana untuk menjembatani teori dan praktik dalam pembelajaran pemrograman (Chan et al., 2019). Trainer memungkinkan siswa melakukan eksplorasi langsung terhadap algoritma, sensor, dan aktuator secara kontekstual.

Dengan demikian, pembelajaran pemrograman yang terintegrasi dalam kurikulum nasional tidak hanya penting, tetapi juga mendesak. Hal ini sejalan dengan misi pemerintah dalam membekali peserta didik dengan *keterampilan literasi digital, kolaborasi, dan problem-solving* untuk menghadapi dunia kerja masa depan yang semakin terdigitalisasi. Peran sekolah kejuruan (SMK) menjadi strategis karena mampu menghadirkan konteks aplikasi nyata melalui kurikulum adaptif dan teknologi tepat guna, seperti pemrograman mikrokontroler berbasis IoT dan automasi.



Gambar 1. Arsitektur Mikrokontroller

Namun, meskipun teknologi IoT telah berkembang pesat, implementasinya dalam pembelajaran di lingkungan SMK Ummatan Wasathan masih menghadapi beberapa tantangan. Salah satu tantangan utama adalah kurangnya media pembelajaran yang mendukung penerapan IoT secara praktis di kelas. Media pembelajaran yang interaktif dan aplikatif sangat dibutuhkan untuk membantu peserta didik memahami konsep IoT, sekaligus meningkatkan keterampilan praktis dalam penggunaan mikrokontroler.

Pemanfaatan trainer mikrokontroller sebagai media praktik terbukti meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa dalam penguasaan hardware dan software (Sukardjo et al., 2023). Penelitian (L et al., 2020) menggunakan metode RnD dengan pendekatan eksperimen statis komparatif menunjukkan bahwa modul berhasil meningkatkan pemahaman dan minat mahasiswa terhadap pembelajaran mikrokontroler dan robotika. (Wara & Suprianto, 2021) melakukan penelitian dengan membuat trainer dan jobsheet berbasis mikrokontroler ESP32. Penelitian yang dilakukan menggunakan model ADDIE menunjukkan bahwa trainer dan jobsheet termasuk dalam kategori sangat valid, masing-masing dengan nilai 89,43% (trainer), 89,58% (jobsheet), dan 83,85% (butir soal). Sedangkan hasil uji-t menunjukkan bahwa rata-rata nilai kompetensi siswa adalah 80,58, lebih tinggi dari Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) 75. Penelitian yang dilakukan (Husein & Rusimamto, 2020) mengembangkan Trainer Smart Traffic Light Berbasis Mikrokontroller Arduino. Hasil penelitian yang dilakukan menggunakan model *one shoot study case* menunjukkan nilai validitas trainer sebesar 95,83% dan dapat meningkatkan kompetensi siswa dengan rata-rata nilai 84,4.

Berdasarkan data tersebut maka pengembangan trainer mikrokontroler berbasis IoT dirancang sebagai solusi untuk memenuhi kebutuhan ini. Trainer ini diharapkan dapat menjadi sarana pembelajaran yang efektif dalam memahami konsep dasar IoT serta aplikasinya di dunia nyata. Trainer ini juga dilengkapi dengan modul praktikum, yang dirancang untuk membantu peserta didik mengembangkan kemampuan pemrograman dan pengelolaan perangkat IoT melalui skenario praktikum yang berbasis proyek.

Pengembangan media pembelajaran berbasis IoT ini juga diharapkan mampu meningkatkan kualitas pembelajaran di SMK Ummatan Wasathan, sejalan dengan kurikulum Merdeka yang mendorong pembelajaran berbasis proyek dan keterampilan. Melalui pendidikan dan pelatihan berbasis mikrokontroler dan IoT, peserta didik akan memperoleh keterampilan yang sesuai dengan kebutuhan industri masa kini, sekaligus meningkatkan kompetensi mereka dalam bidang teknik dan teknologi.

Berdasarkan analisis kebutuhan yang telah dilakukan, langkah alternatif untuk mengatasi kendala tersebut adalah pembuatan pelatihan Aplikasi dan Pemrograman Mikrokontroller ke siswa maupun guru. Salah satu alat praktik yang banyak digunakan di SMK saat ini yang berkaitan dengan dunia industri/dunia kerja adalah Mikrokontroller. Pemrograman Mikrokontroller merupakan salah satu kompetensi yang diajarkan kepada siswa di SMK, khususnya untuk jurusan teknik audio video, sehingga para lulusan SMK jurusan teknik audio video wajib memiliki kompetensi dalam hal pengetahuan maupun teknik operasional dari mikrokontroller. Mengenai mikrokontroller diketahui bahwa kendala kebutuhan materi praktikum mikrokontroller yang digunakan untuk mempelajari dan mengoperasikannya secara bebas adalah mikrokontroller merupakan alat yang sulit dipelajari tanpa media yang memadai. Selain itu untuk training mikrokontroller juga sangat minim. Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana respon siswa terhadap pelatihan mikrokontroller yang diujicobakan kepada siswa.

Metode

Pelatihan Aplikasi dan Pemrograman Mikrokontroller bagi siswa SMK Ummatan Wasathan Kediri dilaksanakan dengan metode ceramah dan praktik. Pemecahan masalah yang direncanakan adalah dengan memberikan workshop tentang Pemrograman dan Aplikasi Mikrokontroller. Sasaran

pengabdian pada masyarakat ini adalah siswa-siswi SMK Ummatan Wasathan sebanyak 25 orang. Kegiatan ini merupakan kerjasama antara dosen-dosen Jurusan Teknik Elektro FT Unesa, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Unesa, dan siswa-siswi SMK.



Gambar 2. Tahapan Pelaksanaan Program PKM

Pelaksanaan program ini meliputi beberapa tahap. Tahap awal adalah studi pendahuluan dilakukan dengan mensurvei SMK kebutuhan pelatihan apa yang dibutuhkan disana. Tahap berikutnya adalah tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap evaluasi. Berikut penjelasan setiap tahapan pelaksanaan. Tahap persiapan adalah melakukan observasi ke sekolah untuk melihat sejauh mana pengembangan profesi yang dilakukan siswa-siswi SMK Ummatan Wasathan Kediri dalam peningkatan SDM. Pada tahap ini dilakukan peracangan dan pembuatan trainer berdasarkan hasil analisa kebutuhan yang dilakukan. Tahap selanjutnya adalah pelaksanaan program. Pelatihan ini akan dilaksanakan selama satu hari, mulai pukul 08.00 pagi sampai pukul 15.00, bertempat di SMK Ummatan Wasathan Kediri. Tahap berikutnya adalah tahap evaluasi. Untuk mengukur tingkat keberhasilan program ini, maka diadakan evaluasi atau penilaian secara kontinyu meliputi:

- a. Frekuensi kehadiran peserta pelatihan dalam mengikuti seluruh rangkaian pelatihan (minimal 80 % kehadiran).
- b. Antusias peserta pelatihan cukup tinggi, ini dapat dilihat dari kondisi pelatihan.
- c. Kemampuan dan kreativitas membuat pemrograman Mikrokontroller, ini dapat dilihat dari hasil siswa pada saat workshop.

Tabel 1. Metode Pelaksanaan PKM

No	Uraian permasalahan	Solusi	Metode
<i>Aspek sarana Prasarana</i>			
1	Media pembelajaran mikrokontroller terbatas yang mempengaruhi proses pembelajaran	Melakukan rancang bangun dan pelatihan Trainer Mikrokontroller	<i>Rancang bangun Trainer Mikrokontroller</i>
<i>Aspek Pembelajaran</i>			
2	Sumber belajar tentang Mikrokontroller yang terbatas sehingga materi yang disampaikan belum bisa mencapai Standar Kompetensi	Melakukan pelatihan Pemrograman dan Aplikasi Mikrokontroller berbasis Trainer.	<i>Pelatihan pemrograman menggunakan Modul Pembelajaran Trainer Mikrokontroller</i>

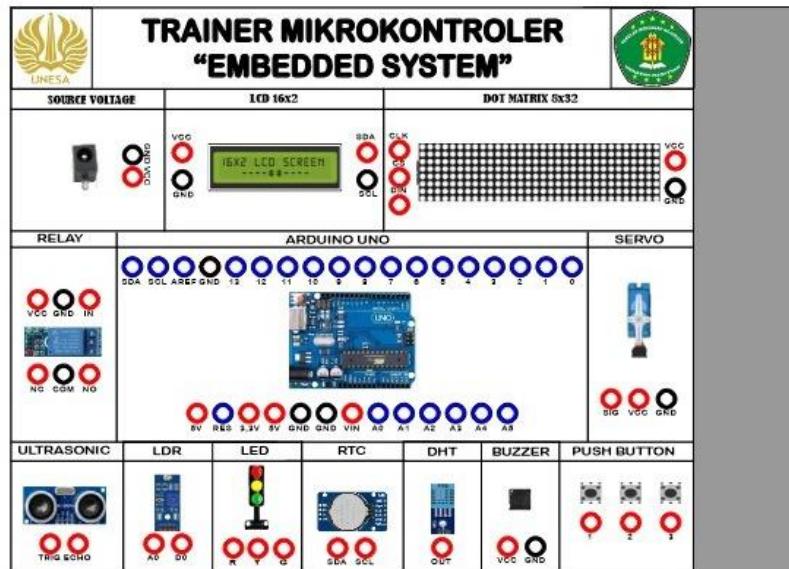
1. Tahap Studi Literatur

Pada tahap ini, dilakukan pengumpulan referensi dari jurnal, artikel ilmiah, buku teks, dan sumber online terpercaya yang berkaitan dengan Mikrokontroler, khususnya Arduino, Media pembelajaran berbasis proyek, Kurikulum Merdeka dan implementasinya di SMK. Tujuan dilakukan studi literatur adalah membangun dasar teori yang kuat untuk mendukung perancangan dan pengembangan trainer serta modul pembelajarannya.

2. Tahap Persiapan Program

Kegiatan ini meliput Perancangan trainer mikrokontroler, penentuan komponen dan bahan yang dibutuhkan, pembuatan modul praktikum sebagai pelengkap media pembelajaran, penyusunan jadwal kegiatan. Fokus tahap ini adalah menyusun rancangan perangkat keras dan lunak, serta dokumen pendukung sebelum masuk ke tahap implementasi.

Persiapan program adalah studi pendahuluan dilakukan dengan melakukan observasi kepada SMK ummatan Wasathan terkait kebutuhan trainer pada mata pelajaran Aplikasi dan Pemrograman Mikrokontroller. Tahapan selanjutnya dilakukan persiapan program dengan melengkapi komponen elektronika untuk kebutuhan trainer dan dilaksanakan perancangan trainer Mikrokontroller. Gambar 3. Merupakan desain dari trainer mikrokontroller yang akan diterapkan di mata pelajaran Aplikasi dan Pemrograman Mikrokontroller. Pembuatan desain trainer mikrokontroler berukuran 35 cm x 55 cm menggunakan bahan akrilik 5mm. Dimensi keseluruhan dengan box penyimpanan sebesar 165 cm x 90 cm. Komponen yang digunakan pada trainer meliputi arduino, LCD 16x2, DOT Matrix, Sensor Ultrasonik, Sensor DHT11, RTC, motor servo, Buzzer, Relay 2 channel, LED RGB, dan push button. Terdapat beberapa komponen pendukung seperti adaptor 12V, kabel jumper dan kabel USB to Arduino.



Gambar 3. Desain Trainer Mikrokontroller

Adapun Tabel 2 menunjukkan spesifikasi komponen yang digunakan pada Trainer Mikrokontroller.

No	Nama Komponen	Spesifikasi Utama
1	Arduino Uno/Mega	Mikrokontroler ATmega328P (Uno) / ATmega2560 (Mega); 5V; 14/54 I/O; USB, UART, SPI, I ² C
2	LCD 16x2 (I ² C)	2 baris x 16 karakter; Tegangan kerja 5V; I ² C: SDA & SCL; konsumsi daya rendah
3	Dot Matrix 8x8	64 LED (8 baris x 8 kolom); Tegangan 5V; arus per LED ~20mA; kontrol via MAX7219
4	Relay 2 Channel	Tegangan kerja 5V DC; Kapasitas arus AC 10A/250VAC atau DC 10A/30VDC; optoisolator
5	Motor Servo (SG90)	Tegangan 4.8–6V DC; sudut rotasi ±90° hingga 180°; torsi 1.8 kg/cm; kontrol PWM
6	Sensor Ultrasonik (HC-SR04)	Tegangan 5V; Jarak deteksi 2–400 cm; akurasi ±3mm; konsumsi daya <15mA
7	LDR (Light Dependent Resistor)	Resistansi berubah sesuai cahaya; 1 kΩ–1 MΩ; digunakan pada input analog
8	RTC (DS3231)	Real Time Clock; akurasi tinggi; komunikasi I ² C; backup baterai (CR2032)
9	Sensor Suhu & Kelembaban (DHT11)	Tegangan 3.3–5V; suhu 0–50°C; kelembaban 20–90%; refresh rate 1Hz
10	LED (Merah/Umum)	Tegangan maju 1.8–2.2V; arus 10–20mA; panjang gelombang 620–630nm (merah)
11	Pushbutton	Kontak SPST; tegangan max 12V DC; arus max 50mA; digunakan sebagai input digital
12	Buzzer (Aktif)	Tegangan 3–5V DC; arus ~20mA; frekuensi ~2–4 kHz; menghasilkan bunyi bila diberi tegangan

3. Tahap Pelaksanaan Program

Pada tahap ini dilakukan perakitan trainer mikrokontroler, pemrograman Arduino untuk demonstrasi fungsi berbasis IoT, uji coba alat dan modul praktikum di lingkungan belajar,

pengumpulan data hasil implementasi. Tujuan dari tahap pelaksanaan adalah mewujudkan produk dari rancangan yang sudah dibuat dan memastikan semua sistem berjalan sebagaimana mestinya.

Tahapan pelaksanaan program yaitu dengan menerapkan trainer mikrokontroller SMK Ummatan Wasathan kepada 25 siswa untuk mengoperasikan beserta diberikan modul pembelajaran untuk guru pengampu saat akan melakukan praktikum Aplikasi dan Pemrograman Mikrokontroller. Adapun beberapa contoh tampilan modul pendukung pembelajaran dengan trainer mikrokontroller terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Modul Praktikum Trainer Mikrokontroller

4. Tahap Evaluasi

Pada tahap ini meliputi, pengujian dan validasi fungsi alat dan modul praktikum, pengumpulan feedback dari guru dan siswa, analisis keberhasilan dan kekurangan media pembelajaran, penyusunan laporan akhir kegiatan PKM. Tujuannya adalah memastikan bahwa alat benar-benar efektif untuk digunakan dalam pembelajaran serta mendokumentasikan hasilnya.

Siswa yang telah menggunakan trainer mikrokontroller akan diberikan lembar kuisioner untuk mengetahui respon dan efektivitas dari penggunaan trainer mikrokontroller sebagai tahapan evaluasi.

a. Pelatihan, pendampingan, dan evaluasi kegiatan

Kegiatan pelatihan dan pendampingan dilakukan agar mitra lebih memahami pengoperasian maupun perawatan peralatan yang diberikan. Hasil evaluasi menjadi bahan bagi tim pelaksana untuk membuat inovasi atau menerapkan rancangan bangun di mitra lainnya yang memiliki permasalahan yang sama.

b. Pencapaian luaran dan penyusunan laporan

Luaran kegiatan PKM terdiri atas luaran wajib dan luaran tambahan. **Luaran wajib** yang dihasilkan terdiri dari 1) publikasi di jurnal; 2) publikasi kegiatan yang dimuat pada media massa lektronik; 3) Dokumentasi video kegiatan berdurasi 5 menit diunggah di you tube dan (4) HKI. Adapun **luaran**

tambahan terdiri atas rainer panel surya; Pada tahap akhir setelah seluruh luaran dapat dicapai dilakukan penyusunan laporan akhir.

Hasil dan Pembahasan (10 pt)

Proses pembuatan trainer mikrokontroller dilakukan secara sistematis melalui beberapa tahap mulai dari perencanaan desain, pemilihan bahan, perakitan komponen, hingga finishing dan pengujian akhir. Proses diawali dengan perancangan *layout panel* trainer menggunakan perangkat lunak desain CorelDRAW. Desain ini mencakup posisi dari setiap modul seperti relay, sensor ultrasonik, LDR, LED, RTC, DHT11, buzzer, push button, hingga papan Arduino Uno, lengkap dengan jalur pin dan terminal koneksi yang telah ditentukan secara ergonomis agar mudah diakses siswa saat praktikum. Gambar 3 merupakan hasil layout panel yang dilakukan menggunakan CorelDraw.

Setelah desain selesai, bahan utama berupa akrilik tebal 5 mm dipotong menggunakan mesin laser cutting sesuai pola layout yang telah dirancang. Panel akrilik ini kemudian dipasangkan ke dalam box aluminium case berukuran sedang (mirip koper), yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan sekaligus pelindung perangkat. Box ini tidak hanya meningkatkan portabilitas tetapi juga memberikan kesan profesional dan aman saat alat dibawa atau disimpan.

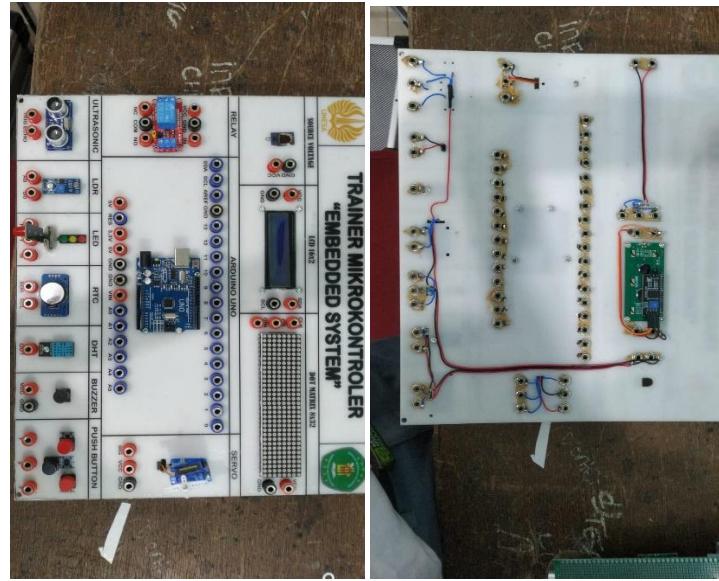
Tahap selanjutnya adalah penanaman komponen elektronik pada panel. Komponen seperti modul sensor, relay, buzzer, dan display dipasang secara permanen menggunakan mur-baut kecil atau lem panas tergantung bentuknya. Arduino Uno diposisikan di tengah sebagai pusat mikrokontroler. Seluruh komponen dihubungkan ke terminal terminal pin (berwarna biru dan merah) menggunakan kabel jumper pendek, yang disusun rapi ke bagian belakang panel dan disolder pada sisi dalam untuk memudahkan perbaikan atau penggantian. Gambar 5 menunjukkan proses penanaman komponen pada panel trainer.



Gambar 5. Penanaman komponen pada Panel Trainer

Seluruh rangkaian dihubungkan dengan sumber daya dari adaptor 12V, yang diturunkan menggunakan modul regulator untuk menyesuaikan kebutuhan tiap komponen (3.3V atau 5V). Jalur-jalur koneksi ditandai dengan label pin seperti VCC, GND, A0–A5, D2–D13, agar siswa mudah memahami alur sirkuit tanpa perlu membuka kabel satu per satu. Setelah seluruh koneksi selesai, dilakukan uji fungsi tiap modul secara bertahap menggunakan program sederhana via Arduino IDE, seperti menyalakan LED, membaca suhu dari DHT11, dan menampilkan data pada LCD 16x2.

Proses *finishing* dilakukan dengan merapikan kabel ke dalam jalur tersendiri dan memastikan tidak ada sambungan yang longgar. Panel diberi label cetak permanen untuk menunjukkan fungsi tiap bagian, dan disusun dalam layout terkotak-kotak seperti dalam gambar untuk memberikan tampilan modular yang rapi dan mudah dipelajari. Dengan bentuk koper yang dapat ditutup, trainer ini sangat ideal untuk pembelajaran portabel, pelatihan kelas, dan praktikum mandiri siswa SMK. Gambar 6 menunjukkan tampilan Trainer pada panel tampak depan dan tampak belakang.



Gambar 6. (a) Trainer tampak depan, (b) Trainer tampak belakang

Pelatihan pemrograman dan aplikasi mikrokontroler yang dilaksanakan di SMK Ummatan Wasathan Kediri telah berhasil memberikan dampak positif terhadap peningkatan kompetensi siswa dalam memahami sistem kontrol berbasis Internet of Things (IoT). Berdasarkan hasil observasi dan pengujian selama kegiatan pelatihan, peserta menunjukkan peningkatan pemahaman secara praktis dan teoretis mengenai pemrograman Arduino serta aplikasi sensor-sensor pendukung dalam sistem otomasi sederhana. Gambar 7 menunjukkan proses pelatihan trainer mikrokontroler menggunakan modul praktikum.



Gambar 7. Pelatihan Trainer Mikrokontroler

Trainer yang dikembangkan dalam kegiatan ini berukuran 35 cm × 55 cm dengan material akrilik 5 mm dan disusun dalam sebuah box penyimpanan berukuran 165 cm × 90 cm. Komponen utama pada trainer mencakup Arduino Mega 2560, LCD 16×2, dot matrix, sensor ultrasonik, DHT11, RTC DS3231, motor servo, buzzer, relay 2 channel, LED RGB, dan pushbutton. Setiap komponen memiliki fungsi spesifik yang dirancang agar siswa dapat mempraktikkan secara langsung bagaimana input sensor diproses oleh mikrokontroler dan menghasilkan aksi tertentu melalui aktuator. Gambar 8 menunjukkan bentuk trainer Mikrokontroller.



Gambar 8. Trainer Mikrokontroller

Salah satu fokus pembelajaran adalah integrasi antar sensor dan aktuator melalui skenario praktikum berbasis proyek. Misalnya, siswa mengembangkan sistem pengukur suhu dan kelembaban berbasis DHT11 dengan tampilan output di LCD dan aktivasi buzzer jika suhu melewati ambang batas. Selain itu, penggunaan sensor ultrasonik sebagai pendekripsi objek yang dikombinasikan dengan relay untuk mengaktifkan aktuator menjadi proyek aplikatif yang menggambarkan sistem otomatisasi industri.

Pada implementasi trainer mikrokontroller yang ditampilkan pada Gambar 7, mitra dalam hal ini adalah siswa SMK Ummatan Wasathan Kabupaten Kediri. Dari hasil implementasi, mitra telah mampu menggunakan trainer mikrokontroller dengan baik sesuai dengan skenario praktikum yang diberikan. Trainer dasar berbasis mikrokontroler ini terbukti membantu siswa dalam memahami konsep dasar pemrograman, integrasi sensor, dan aktuator secara aplikatif. Kegiatan ini memberikan dampak positif terhadap dunia pendidikan vokasi, khususnya pada jenjang Sekolah Menengah Kejuruan. Dengan tersedianya peralatan trainer ini, secara tidak langsung menambah sarana pembelajaran yang kontekstual dan memperkuat pemahaman siswa terhadap mata pelajaran Aplikasi dan Pemrograman Mikrokontroller. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini merupakan wujud nyata pelaksanaan tridarma perguruan tinggi, sebagai bentuk kontribusi pemikiran dan inovasi dari civitas akademika kepada masyarakat pendidikan. Keberlanjutan program semacam ini juga memerlukan dukungan dari berbagai pihak, termasuk pemerintah daerah dan instansi terkait, guna memperluas manfaatnya bagi satuan pendidikan lain di wilayah yang memiliki kebutuhan serupa. Gambar 9 menunjukkan penyerahan trainer mikrokontroller kepada mitra.



Gambar 9. Penyerahan Trainer Mikrokontroller kepada Mitra

Kesimpulan (10 pt)

Berdasarkan pelaksanaan kegiatan pelatihan pemrograman dan aplikasi mikrokontroller di SMK Ummatan Wasath Kabupaten Kediri, dapat disimpulkan bahwa penggunaan trainer mikrokontroller berbasis IoT mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih aplikatif dan kontekstual bagi siswa. Trainer yang dirancang dengan berbagai komponen pendukung seperti sensor, aktuator, dan antarmuka pemrograman terbukti mendukung pembelajaran praktik yang sesuai dengan kebutuhan kurikulum dan perkembangan teknologi industri. Selama pelatihan, siswa menunjukkan antusiasme yang tinggi, serta mampu memahami dasar-dasar pemrograman mikrokontroller dan mengimplementasikannya melalui modul praktikum yang tersedia. Kegiatan ini secara umum berdampak positif terhadap peningkatan kompetensi teknis siswa serta mendukung tercapainya tujuan pendidikan vokasi yang berorientasi pada penguasaan keterampilan abad 21, khususnya dalam literasi digital dan pemecahan masalah berbasis teknologi.

Daftar Pustaka (10 pt)

- Chan, C.-K., Cheang, C.-C., Sun, D., Tsang, K.-M., & Yeung, Y.-Y. (2019). TECHNOLOGY-ENHANCED LEARNING IN A TEACHER EDUCATION UNIVERSITY: DESIGN AND DEVELOPMENT OF INNOVATIVE ONLINE EXPERIMENTS AND RELATED COURSEWARE FOR STEM EDUCATION. *EDULEARN19 Proceedings*, 1. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2019.1476>
- Husein, M. S., & Rusimamto, P. W. (2020). Pengembangan Trainer Smart Traffic Light Berbasis Mikrokontroller Arduino Pada Mata Pelajaran Sistem Kontrol Terprogram di SMK Negeri 1 Cerme. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 9(1).
- Irwanto, I. (2020). Trainer Kit Sebagai Media Praktik Mikrokontroller Bagi Mahasiswa Pendidikan Vokasional Teknik Elektro UNTIRTA. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 11(2). <https://doi.org/10.31849/lectura.v11i2.4736>
- L, A. P., Tupan, H. K., Hutagalung, R., & Masahida, Z. (2020). PENGEMBANGAN JOBSHEET TRAINER MIKROKONTROLLER ROBOT LENGAN BERBASIS ARDUINO UNO. *JURNAL SIMETRIK*, 10(1). <https://doi.org/10.31959/js.v10i1.413>

- Simanjuntak, K., & Sitorus, P. (2021). PENGEMBANGAN TRAINER MIKROKONTROLER BERBASIS ARDUINO NANO PADA MATA PELAJARAN TEKNIK PEMROGRAMAN, MIKROPROSESOR DAN MIKROKONTROLER KELAS XI. *JEVTE: Journal of Electrical Vocational Teacher Education*, 1(2). <https://doi.org/10.24114/jevte.v1i2.29251>
- Sukardjo, M., Oktaviani, V., Tawari, S., Alfajar, I., & Ichsan, I. Z. (2023). Design of Control System Trainer Based on IoT as Electronic Learning Media for Natural Science Course. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(2). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i2.3097>
- Tofel-Grehl, C., Searle, K. A., & Ball, D. (2022). Thinking Thru Making: Mapping Computational Thinking Practices onto Scientific Reasoning. *Journal of Science Education and Technology*, 31(6). <https://doi.org/10.1007/s10956-022-09989-6>
- Topcubaşı, T., & Tiryaki, A. (2023). The Effect of Arduino-Based E-STEM Education on Students' Entrepreneurial Skills and STEM Attitudes. *J.Sci.Learn.2023*, 6(4).
- Wara, D., & Suprianto, B. (2021). PENGEMBANGAN TRAINER INTERNET OF THINGS BERBASIS MIKROKONTROLER ESP32 PADA MATA PELAJARAN PEMROGRAMAN, MIKROPROSESOR DAN MIKROKONTROLER DI SMK NEGERI 2 SURABAYA. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 10(02). <https://doi.org/10.26740/jpte.v10n02.p103-112>
- Yadav, A., Hong, H., & Stephenson, C. (2016). Computational Thinking for All: Pedagogical Approaches to Embedding 21st Century Problem Solving in K-12 Classrooms. *TechTrends*, 60(6). <https://doi.org/10.1007/s11528-016-0087-7>