



**EDUTECH**

**Jurnal Teknologi Pendidikan**

Journal homepage <https://ejournal.upi.edu/index.php/edutech>



## Pengembangan Training Kit Pada Elemen Sistem Kendali Berbasis Programmable Logic Control (PLC) Dan Human Machine Interface (HMI)

*Eko Purwanto, Rufii, Suhari*  
Universitas PGRI Adi Buana

Email: [eko\\_purwanto@smkpgri1gresik.sch.id](mailto:eko_purwanto@smkpgri1gresik.sch.id), [rufii@unipasby.ac.id](mailto:rufii@unipasby.ac.id), [suhari@unipasby.ac.id](mailto:suhari@unipasby.ac.id)

ABSTRACT	ARTICLE INFO
<p>This study aims to develop a training kit based on Programmable Logic Controller (PLC) and Human Machine Interface (HMI) to support learning at Vocational High Schools (SMK) in the Electrical Installation Engineering program. The training kit was designed using the ADDIE development model, which includes analysis, design, development, implementation, and evaluation stages. The primary goal of the product development is to provide a learning tool that enables students to practice programming, wiring, and troubleshooting skills in an integrated system that simulates industrial processes.</p> <p>The research results indicate that the developed training kit achieved a high level of feasibility based on validations from media experts, material experts, and user feedback. Evaluations show an average feasibility score of 94% in terms of design, functionality, and effectiveness in supporting student learning. Additionally, student responses demonstrated significant improvements in learning interest, material comprehension, and technical skills related to PLC and HMI. This training kit is considered effective as a practical learning tool, helping students understand theoretical concepts while enhancing practical skills relevant to industry needs. It is expected that this product can be widely implemented to support vocational education aligned with workforce demands.</p>	<p><b>Article History:</b> <i>Submitted/Received 01 Des 2024</i> <i>First Revised 16 Dec 2024</i> <i>Accepted 01 Feb 2025</i> <i>First Available online 07 Feb 2025</i> <i>Publication Date 07 Feb 2025</i></p> <p><b>Keyword:</b> <i>Training Kit, Program Logic Control, Human Machine Interface, Pendidikan Kejuruan</i></p>

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah training kit berbasis Programmable Logic Controller (PLC) dan Human Machine Interface (HMI) untuk mendukung pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) pada program keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik. Training kit ini dirancang menggunakan model pengembangan ADDIE yang meliputi tahapan analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Tujuan utama dari pengembangan produk adalah menyediakan alat pembelajaran yang memungkinkan siswa untuk melatih keterampilan pemrograman, pengawatan, dan analisis troubleshooting dalam sebuah sistem terpadu yang menyerupai proses industri.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa training kit yang dikembangkan memiliki tingkat kelayakan tinggi berdasarkan validasi dari ahli media, ahli materi, serta respon pengguna. Evaluasi menunjukkan rata-rata skor kelayakan sebesar 94% dalam aspek desain dan fungsi, serta kebermanfaatan dalam mendukung pembelajaran siswa. Selain itu, respon dari siswa menunjukkan peningkatan signifikan dalam minat belajar, pemahaman materi, serta keterampilan teknis mereka terkait PLC dan HMI.

Training kit ini dinilai efektif sebagai alat pembelajaran praktis, membantu siswa memahami konsep teoritis sekaligus meningkatkan keterampilan praktis yang relevan dengan kebutuhan industri. Diharapkan produk ini dapat diimplementasikan secara luas untuk mendukung pendidikan kejuruan yang berorientasi pada kebutuhan dunia kerja.

© 2025 Teknologi Pendidikan UPI

## 1. PENDAHULUAN

Dalam dunia industri, PLC (Programmable Logic Controller) dan HMI (Human-Machine Interface) adalah dua elemen kunci dalam sistem otomatisasi yang berperan penting dalam mengontrol dan memantau proses produksi. PLC bertindak sebagai otak sistem dengan memproses logika program yang telah diprogram untuk mengendalikan berbagai fungsi dalam proses produksi, mulai dari mengatur suhu dan tekanan hingga mengendalikan mesin dan peralatan. Sementara itu, HMI memberikan antarmuka yang memungkinkan operator untuk berinteraksi dengan sistem secara intuitif melalui layar sentuh atau panel kontrol. HMI menyediakan visualisasi real-time dari proses produksi dan memungkinkan operator untuk memantau kinerja sistem, memasukkan parameter kontrol, dan merespons peringatan atau alarm. Dengan bekerja sama, PLC dan HMI meningkatkan efisiensi operasional, kualitas produk, dan keselamatan dalam lingkungan industri dengan menyediakan kontrol yang fleksibel, responsif, dan mudah diakses. Oleh karena itu, PLC dan HMI menjadi salah satu bahasan dalam dunia Pendidikan terkhusus sudah dimulai di jenjang Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

Pendidikan di SMK memiliki peranan yang penting dalam menyiapkan generasi muda untuk menghadapi tuntutan dunia kerja yang semakin kompleks dan beraneka ragam. SMK tidak hanya memberikan peserta didik dasar-dasar akademis, tetapi juga membekali mereka dengan keterampilan praktis yang diperlukan untuk sukses dalam dunia kerja.

Dalam struktur kurikulum Merdeka, Capaian Pembelajaran (CP) untuk mata pelajaran Teknik Instalasi Tenaga Listrik pada fase F dirancang dengan merujuk pada Standar Nasional Pendidikan, terutama Standar Isi. Elemen-elemen mata pelajaran Teknik Instalasi Tenaga Listrik Pada akhir fase F, peserta didik mampu menerapkan sistem kendali terutama PLC dan HMI (Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, 2022).

Penguasaan atas PLC dan HMI memungkinkan peserta didik memahami dasar-dasar pemrograman logika untuk mengendalikan proses dalam instalasi tenaga listrik. Peserta didik dapat merancang program yang efisien untuk mengotomatiskan fungsi-fungsi seperti pengendalian motor listrik dan sistem penerangan. Keterampilan ini memungkinkan peserta didik menciptakan antarmuka pengguna yang tepat untuk memonitor dan mengendalikan sistem secara real-time. Dengan menggabungkan PLC dan HMI, peserta didik mampu menciptakan sistem kendali kompleks yang meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam proses manufaktur. Ini juga membuka peluang karir di berbagai sektor industri, dari manufaktur hingga otomasi bangunan pintar. Penguasaan atas teknologi ini menjadi kunci untuk masa depan sukses dalam industri yang terus berkembang, di mana peserta didik yang mampu menerapkan PLC dan HMI secara efektif akan menjadi kontributor berharga dalam mewujudkan visi industri yang lebih efisien, aman, dan berkelanjutan. Untuk mendukung proses tersebut, penggunaan training kit pembelajaran dalam pembelajaran Teknik Instalasi Tenaga Listrik pada fase F dapat menjadi strategi yang sangat efektif.

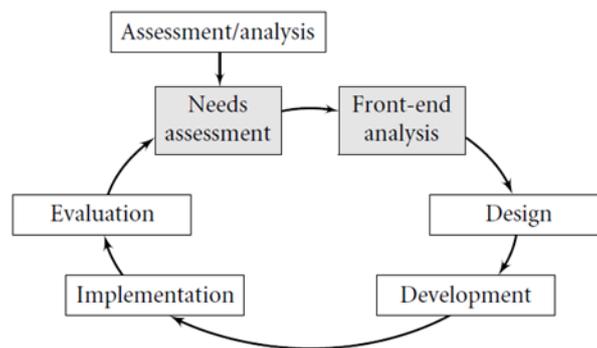
Dengan memanfaatkan training kit sebagai pembelajaran yang tepat di SMK, dapat memastikan bahwa siswa memiliki pemahaman yang mendalam mengenai konsep-konsep teoritis serta keterampilan praktis yang dibutuhkan dalam disiplin Teknik Instalasi Tenaga Listrik. Hal ini akan mendukung siswa menjadi lebih siap dan kompeten untuk memasuki pasar kerja yang semakin kompleks dan bersaing. Dengan demikian, penggunaan training kit pembelajaran merupakan salah satu strategi yang penting dalam

meningkatkan pembelajaran di SMK dan mempersiapkan peserta didik untuk masa depan yang sukses. Berdasarkan latar belakang tersebut, penting untuk melakukan penelitian dengan judul Pengembangan Training kit Pada Elemen Sistem Kendali Berbasis Programmable Logic Control (PLC) dan Human Machine Interface (HMI).

## 2. METODE

Pengembangan Training kit Pada Elemen Sistem Kendali Berbasis Programmable Logic Control (PLC) dan Human Machine Interface (HMI) yang ditujukan untuk siswa SMK pada konsentrasi keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik dengan menggunakan model ADDIE menurut Lee & Owens.

Model ADDIE mencakup beberapa tahap, mulai dari analisis (analysis/assessment) yang terdiri dari need assessment dan front-end analysis, diikuti oleh tahap perancangan (design), pengembangan (development), implementasi (implementation), dan terakhir evaluasi (evaluation), sebagaimana terlihat pada Gambar 3. 1



Gambar 3. 1 Tahapan pengembangan model ADDIE (Lee & Owens, 2004)

Proses penelitian dimulai dengan langkah *assessment/analysis* yang mencakup *need assessment* dan *front-end analysis* untuk mengumpulkan informasi mengenai keadaan pengguna saat ini serta kebutuhan dan persyaratan penting yang akan menjadi acuan dalam tahap perancangan. Tahap perancangan memiliki tujuan untuk menciptakan desain media kit pelatihan dan modul pembelajaran yang sesuai dengan kriteria dan spesifikasi yang telah ditentukan. Tahap pengembangan bertujuan untuk mewujudkan desain alat pelatihan beserta materi pembelajaran. Tahap implementasi merupakan pengujian terhadap perangkat pelatihan yang telah dirancang oleh para ahli dan pengguna. Tahap terakhir adalah evaluasi, yang bertujuan untuk menganalisis data dari hasil uji coba dan umpan balik pengguna. Dengan demikian, dapat diambil kesimpulan mengenai kelayakan training kit untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dan pengembangan ini dilaksanakan dengan menerapkan model penelitian ADDIE, yang mencakup beberapa tahap yaitu analisis (analysis/assessment), yang terdiri dari *need assessment* dan *front-end analysis*; tahap perancangan (design); tahap pengembangan (development); tahap pelaksanaan (implementation); dan tahap evaluasi (evaluation). Tahapan kegiatan penelitian yang telah dilaksanakan, beserta hasil yang diperoleh dari setiap langkah, akan dijelaskan dalam penjelasan berikut ini.

### A. Analisis (analysis)

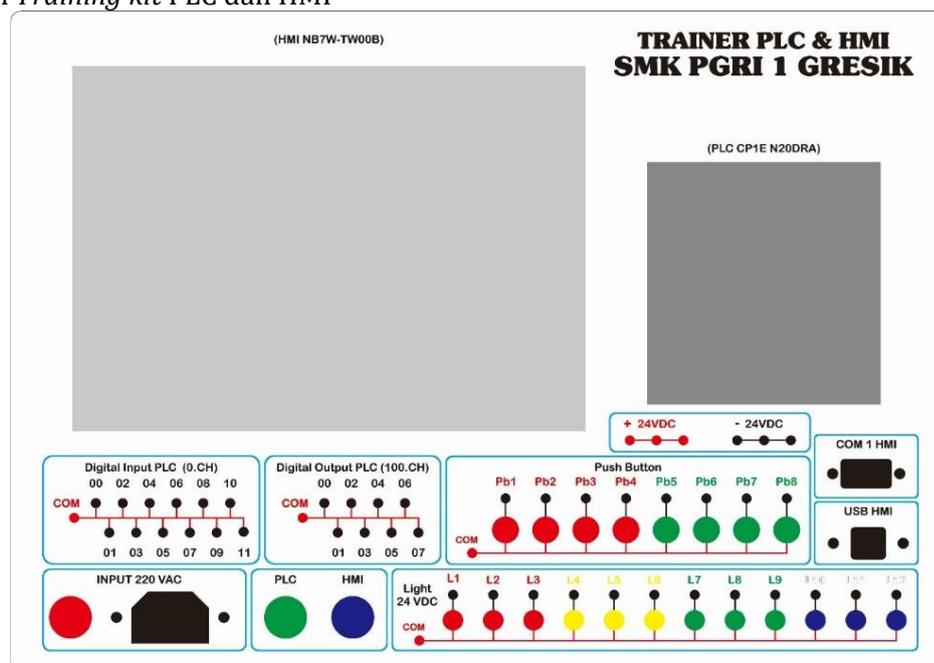
Hasil analisis menunjukkan bahwa tugas utama responden terkait PLC dan HMI mencakup pemeliharaan sistem HMI (66,7%) serta instalasi, konfigurasi, dan troubleshooting (33,3%), namun frekuensi pelaksanaannya masih jarang, terutama untuk pemrograman dan instalasi PLC (83,3%). Siemens merupakan jenis PLC yang paling banyak digunakan (83,3%), dan mayoritas HMI berbasis PC (83,3%). Sebagian besar responden memiliki latar belakang Teknik Ketenagalistrikan (83,3%) dengan pengalaman kerja 1-3 tahun (50%) dan telah mengikuti pelatihan formal atau di tempat kerja (50%). Tujuan utama mereka adalah meningkatkan efisiensi kerja (83,3%) serta kemampuan troubleshooting dan pengetahuan teknis (83,3%). Media pelatihan paling efektif adalah kursus tatap muka (100%), dengan format studi kasus (100%) dan praktikum simulasi (66,7%) yang dianggap sangat bermanfaat, meskipun keterbatasan waktu (83,3%) menjadi kendala utama dalam pelatihan.

Hasil analisis dari industri dan guru SMK menunjukkan adanya kebutuhan untuk meningkatkan keterampilan teknis terkait sistem PLC dan HMI, dengan fokus pada pemeliharaan, instalasi, konfigurasi, dan troubleshooting. Di sisi lain, guru SMK sebagian besar berasal dari latar belakang Teknik Ketenagalistrikan dan memiliki pengalaman kerja maupun pelatihan yang terbatas. Namun, keterbatasan waktu dan akses perangkat praktik menjadi tantangan utama yang dihadapi baik oleh industri maupun lembaga pendidikan. Hal ini menegaskan perlunya pengembangan media pembelajaran yang relevan, seperti training kit, untuk mengatasi kendala tersebut dan memperkuat kolaborasi antara industri dan sekolah menengah kejuruan.

## B. Perancangan (design)

Tahapan perancangan mencakup aktivitas berikut: (1) pengembangan serta desain elemen mekanik dan elektronik, (2) penyusunan posisi komponen dalam media, dan (3) perancangan materi untuk jobsheet dan handbook. Tahapan perancangan adalah sebagai berikut:

### 1. Desain *Training kit* PLC dan HMI



Gambar 4. 1 Desain *Training kit* PLC dan HMI

2. Komponen utama yang dibutuhkan untuk menyusun media pembelajaran *Training Kit* PLC dan HMI meliputi antara lain: PLC CP1E N20DRA, HMI NB7W TW00B, Power supply 24 VDC, Led Indikator 24 VDC, *Push Button*, *Switch* dan box.

## B. Pengembangan (development)

Perakitan training kit PLC dan HMI

Proses perakitan training kit PLC dan HMI dimulai dengan mempersiapkan alat dan bahan, seperti unit PLC Omron CP1E N20DRA, HMI NB7W TW00B, power supply 24V DC, switch dan push button sebagai input, lampu indikator sebagai output, kabel penghubung sesuai jenis koneksi. Langkah berikutnya adalah menempatkan dan mengatur komponen di box training kit, dengan menempatkan PLC di bagian atas sampingkanan, HMI sebelah kiri, dan input-output seperti switch, push button, serta lampu indikator pada tempat yang di bawah.

Setelah itu, proses pengkabelan dimulai dengan menghubungkan power supply ke PLC dan HMI sesuai spesifikasi tegangan. Input seperti push button dan switch dihubungkan ke terminal input PLC dengan label yang sesuai, sedangkan output PLC seperti lampu indikator dengan label fungsional. Untuk komunikasi, kabel komunikasi seperti USB dan RS232 digunakan untuk menghubungkan HMI dengan PLC. Selanjutnya dilakukan konfigurasi sistem dan pengujian awal, dimulai dari pengecekan koneksi, pemrograman PLC untuk operasi dasar (seperti menyalakan atau mematikan lampu indikator berdasarkan input), konfigurasi HMI untuk memonitor input dan output PLC, serta pengujian fungsi awal untuk memastikan semua komponen bekerja dengan baik.

Langkah terakhir adalah pemasangan label pada setiap komponen untuk memudahkan identifikasi fungsi masing-masing input, output, power supply, dan konektor komunikasi. Selain itu, instruksi penggunaan disiapkan dalam bentuk manual yang mencakup skema dasar, fungsi tombol, dan cara pengoperasian. Pengujian akhir dilakukan melalui simulasi beberapa skenario pengoperasian untuk memastikan keseluruhan sistem berfungsi dengan baik. Dokumentasi yang mencakup wiring diagram, program PLC, skema HMI, dan panduan troubleshooting juga disusun agar training kit PLC dan HMI dapat dimanfaatkan sebagai sarana pembelajaran yang aman dan efisien.



**Gambar 4. 2 Hasil *Training kit* PLC dan HMI**

1. Uji Validasi

Dua dosen dari Program Pascasarjana Universitas Adibuana Surabaya menjalankan pengujian, di mana satu dosen berperan sebagai pakar media dan satu lagi menjabat sebagai ketua MGMP Teknik Ketenagalistrikan di Kabupaten Gresik. Data yang diperoleh berasal dari evaluasi yang dilakukan oleh para ahli mengenai indikator-indikator dalam instrumen penilaian training kit dan modul yang telah disusun.

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap training kit, secara keseluruhan, alat ini menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam mendukung proses pembelajaran siswa. Pada setiap kategori, nilai yang diberikan sangat memadai, dengan rata-rata prosentase 94%, menunjukkan bahwa training kit tersebut efektif dalam berbagai aspek pembelajaran. Secara khusus, kategori yang menonjol adalah "Bentuk dan tampilan training kit menarik", "Komponen yang digunakan mendukung pencapaian kompetensi", "Label/petunjuk pada training kit jelas", serta "Training kit memungkinkan siswa dapat melaksanakan pembelajaran aktif", yang masing-masing memperoleh nilai 4 dari 4. Beberapa aspek yang dapat diperhatikan untuk perbaikan adalah pada bagian "Posisi komponen baik dan rapi", "Instalasi kabel (wiring) rapi", serta "Training kit mudah dipindahkan/ditempatkan" yang mendapatkan nilai sedikit lebih rendah, yakni 3 pada beberapa versi. Selain itu, aspek "Training kit mudah dalam perbaikan" mendapatkan nilai 3 pada versi V2 dan V3, menunjukkan adanya ruang untuk perbaikan di sektor ini. Namun demikian, secara keseluruhan, training kit ini dinilai sangat baik dalam menunjang pembelajaran, dengan kontribusi positif terhadap perkembangan keterampilan siswa, terutama dalam memahami dan memprogram PLC dan HMI, serta menganalisis dan memperbaiki sistem kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa training kit ini efektif dalam menumbuhkan motivasi, keterampilan praktis, serta kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa, meskipun ada sedikit tantangan terkait dengan aspek perawatan dan perbaikan.

#### a. Validasi Materi

Secara umum, training kit untuk pembelajaran PLC dan HMI menunjukkan performa yang baik dan memadai untuk digunakan dalam kegiatan belajar mengajar. Berdasarkan nilai rata-rata keseluruhan, training kit ini mencapai 94% dari kriteria penilaian yang diharapkan, menunjukkan bahwa hampir seluruh aspek dari training kit ini mendukung proses pembelajaran dengan baik.

Dari segi fisik, seperti bentuk, ukuran, dan komponen, training kit dinilai sangat sesuai untuk pembelajaran dengan komponen yang rapi dan instalasi kabel yang baik. Label dan petunjuk pada training kit juga jelas, sehingga memudahkan pengguna dalam mengoperasikannya.

Dari segi kemudahan penggunaan, training kit ini mudah dipindahkan, dirawat, dan diperbaiki, dengan nilai yang tinggi pada kemudahan penggunaan secara keseluruhan. Dari segi kebermanfaatan dalam pembelajaran, training kit ini dapat menumbuhkan ketertarikan dan semangat belajar siswa serta mendukung mereka dalam memahami materi, serta meningkatkan kemampuan dalam pemrograman, instalasi, dan analisis sistem kontrol PLC dan HMI. Selain itu, training kit ini juga membantu meningkatkan kreativitas, kemampuan berpikir kritis, dan kerja sama tim siswa.

Namun, beberapa aspek seperti kemudahan perawatan dan perbaikan serta kemampuan training kit dalam memudahkan siswa memahami materi, sedikit lebih rendah dibandingkan aspek lainnya. Meski begitu, nilai keseluruhan menunjukkan bahwa training kit ini efektif dalam mendukung proses pembelajaran secara aktif.

#### b. Respon Siswa

Hasil analisis data menunjukkan bahwa training kit dan modul pembelajaran PLC dan HMI memiliki tingkat kepuasan yang sangat tinggi pada hampir semua aspek. Sebagian besar indikator menunjukkan persentase kepuasan sebesar 100%, yang termasuk keselarasan dengan tujuan pengajaran, kebutuhan peserta didik, dan kemampuan dalam belajar. Selain itu, training kit dan modul pembelajaran terbukti efektif dalam meningkatkan minat, motivasi, kemudahan pemahaman, serta pengetahuan dan keterampilan siswa dalam pemrograman, instalasi, dan analisis sistem kontrol PLC dan HMI. Beberapa aspek, seperti pengembangan kemampuan

dalam menganalisis dan memperbaiki sistem kontrol, peningkatan keterampilan berpikir kritis, kerjasama tim, serta kreatifitas berpikir, menunjukkan persentase kepuasan sedikit lebih rendah, yaitu 92%. Hal ini menunjukkan area yang masih bisa ditingkatkan, terutama dalam mendukung keterampilan kolaboratif dan analitis siswa. Secara keseluruhan, baik training kit maupun modul pembelajaran sudah memenuhi harapan siswa dengan bahasa yang mudah dipahami, tampilan yang menarik, serta penyajian materi yang sistematis dan jelas, termasuk gambar dan tabel yang membantu pemahaman. Data ini menunjukkan bahwa training kit dan modul pembelajaran telah berhasil mendukung pembelajaran aktif yang efektif dan sesuai dengan kebutuhan siswa.

#### E. Evaluasi (evaluation)

Berdasarkan hasil analisis, evaluasi terhadap penggunaan perangkat PLC dan HMI, serta training kit dan modul pembelajaran menghasilkan beberapa temuan utama sebagai berikut:

1. Penggunaan PLC dan HMI: Mayoritas responden menggunakan PLC Omron dan sebagian besar menggunakan HMI berbasis panel sentuh (62,5%). Meskipun perangkat lunak yang digunakan cukup memenuhi standar industri dan mayoritas guru merasa akrab dengan perangkat tersebut, terdapat beberapa kendala terkait dengan akses perangkat dan keterbatasan waktu untuk praktik, yang mempengaruhi efektivitas pembelajaran. Fasilitas sekolah cukup memadai, tetapi terdapat tantangan terkait kurangnya perangkat praktik dan kurangnya pelatihan untuk guru.
2. Latar Belakang Guru: Sebagian besar guru memiliki latar belakang Teknik Elektro dan telah mengajar PLC dan HMI selama 1-3 tahun, meskipun hanya sebagian kecil yang mengikuti pelatihan formal. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan untuk meningkatkan pelatihan guru guna memperkuat penguasaan materi serta teknologi terbaru.
3. Media Pembelajaran: Praktikum langsung, modul, dan video tutorial terbukti menjadi media pembelajaran yang paling efektif. Namun, masih ada kendala terkait dengan akses perangkat dan waktu yang terbatas untuk praktik, yang perlu diatasi agar pembelajaran lebih optimal.
4. Kinerja Training kit: Evaluasi terhadap training kit menunjukkan kinerja yang sangat memuaskan dengan nilai rata-rata mencapai 94%, yang menandakan efektivitasnya dalam mendukung pembelajaran. Aspek yang menonjol termasuk bentuk dan tampilan yang menarik serta kemampuan training kit untuk memungkinkan pembelajaran aktif. Namun, beberapa hal yang perlu diperbaiki adalah posisi komponen, instalasi kabel, dan kemudahan dalam perbaikan dan pemeliharaan.
5. Kepuasan Siswa: Tingkat kepuasan siswa terhadap training kit dan modul pembelajaran sangat tinggi, dengan sebagian besar indikator mencapai 100%, terutama terkait kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran dan kebutuhan siswa. Meskipun demikian, terdapat ruang untuk peningkatan keterampilan analitis, kreativitas, dan kerjasama tim siswa, yang mendapat tingkat kepuasan sedikit lebih rendah (92%).
6. Kendala Umum: Keterbatasan waktu dan akses perangkat menjadi kendala utama yang dihadapi oleh guru, siswa, dan industri. Hal ini menekankan pentingnya pengembangan media pembelajaran yang relevan, seperti training kit, serta memperkuat kolaborasi antara sekolah dan industri untuk meningkatkan keterampilan praktis siswa.

#### 4. SIMPULAN

Hasil evaluasi terhadap penggunaan perangkat PLC dan HMI, serta training kit dan modul pembelajaran mengungkapkan beberapa temuan penting terkait efektivitas proses pembelajaran. Mayoritas responden menggunakan PLC Omron dan HMI berbasis panel sentuh. Perangkat lunak yang digunakan umumnya sudah memenuhi standar industri, dan sebagian besar guru merasa familiar dengan perangkat tersebut. Namun, terdapat kendala terkait dengan akses perangkat dan waktu praktik yang terbatas, yang mempengaruhi kemampuan siswa untuk mengaplikasikan teori yang telah dipelajari secara maksimal. Sekolah sudah memiliki fasilitas yang cukup memadai, tetapi ada kekurangan perangkat praktik dan pelatihan untuk guru, yang menghambat efektivitas pembelajaran.

Sebagian besar guru memiliki latar belakang Teknik Elektro dan telah mengajar PLC dan HMI selama 1-3 tahun. Meskipun begitu, hanya sebagian kecil yang telah mengikuti pelatihan formal terkait PLC dan HMI. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan untuk peningkatan pelatihan profesional bagi guru, agar mereka bisa lebih menguasai materi terkini dan meningkatkan kualitas pengajaran, yang pada akhirnya akan berkontribusi pada kemampuan siswa dalam mengoperasikan perangkat ini secara efektif.

Praktikum langsung, modul, dan video tutorial diakui sebagai media pembelajaran yang paling efektif oleh guru dan siswa. Namun, kendala utama yang dihadapi adalah terbatasnya akses perangkat dan waktu yang tidak cukup untuk sesi praktik. Hal ini berpotensi mengurangi efektivitas pembelajaran, karena siswa tidak memiliki cukup kesempatan untuk berlatih dan memahami konsep secara mendalam.

Training kit yang digunakan dalam pembelajaran menunjukkan kinerja yang sangat baik dengan rata-rata nilai 94%. Hal ini menunjukkan bahwa training kit tersebut sangat efektif dalam mendukung kegiatan pembelajaran. Aspek yang paling menonjol adalah desain dan tampilan training kit yang menarik, serta kemampuannya untuk memungkinkan pembelajaran aktif di mana siswa dapat langsung berinteraksi dengan alat tersebut. Meskipun demikian, beberapa perbaikan perlu dilakukan pada posisi komponen, instalasi kabel, dan kemudahan dalam pemeliharaan, untuk meningkatkan efisiensi penggunaan dan memastikan perangkat tetap dalam kondisi optimal.

Mayoritas siswa menunjukkan tingkat kepuasan yang sangat tinggi terhadap training kit dan modul pembelajaran, dengan hampir seluruh indikator mencapai 100%, terutama terkait dengan kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran dan kebutuhan siswa. Namun, terdapat area yang masih perlu perhatian, yaitu pengembangan keterampilan analitis, kreatif, dan kerja tim siswa, yang mendapatkan tingkat kepuasan sedikit lebih rendah (92%). Ini menunjukkan bahwa meskipun siswa puas dengan pembelajaran secara keseluruhan, ada ruang untuk meningkatkan aspek-aspek keterampilan berpikir kritis dan kolaboratif yang penting untuk perkembangan profesional mereka di masa depan.

Keterbatasan waktu dan akses perangkat menjadi kendala utama yang dihadapi oleh guru, siswa, dan industri. Guru dan siswa mengalami kesulitan untuk memanfaatkan waktu praktik dengan maksimal, sementara industri juga menghadapi tantangan dalam menyediakan perangkat praktik yang sesuai. Kendala ini menekankan perlunya pengembangan media pembelajaran yang relevan, seperti training kit, serta perlunya memperkuat kolaborasi antara sekolah dan industri untuk memastikan siswa dapat memperoleh keterampilan praktis yang dibutuhkan di dunia kerja.

#### 5. PERNYATAAN PENULIS

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan terkait penerbitan artikel ini. Penulis menegaskan bahwa naskah artikel bebas dari plagiarisme.

## **6. REFERENSI**

- A. Fauzi, A. Saputra, V. S. S. (2020). Rancang Bangun Prototipe Mesin Otomasi Pembersih Telur Bebek Dari Peternakan Berbasis PLC.
- Ardiansyah, A. (2020). Desain dan Implementasi HMI pada Sistem Otomatisasi Pengolahan Industri dengan PLC. *Jurnal Teknik Elektro Universitas Pendidikan Indonesia*, 18(1), 76-84.
- Bangun, H. (2018). Penggunaan Modul dan Training kit dalam Meningkatkan Keterampilan Otomasi Industri di Sekolah Menengah Kejuruan. *Jurnal Pendidikan Teknik*, 25(2), 112-123.
- Bolton, W. (2006). Programmable Logic Controllers fourth edition. In *Africa's potential for the ecological intensification of agriculture* (Vol. 53, Issue 9).
- Fauzi, A., & Saputra, A. (2020). PLC CP1E N20DRA: Deskripsi dan Aplikasi dalam Otomatisasi Industri. *Jurnal Teknologi dan Pendidikan*, 12(3), 45-56.
- Gagne, R. M. (2019). *Principles of Instructional Design*. 5th Edition. Cengage Learning.
- Hidayat, W. (2019). *Penerapan Sistem PLC dalam Industri: Teori dan Praktik*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan T. R. I. (2022). *Capaian Pembelajaran Mata Pelajaran Teknik Instalasi Tenaga Listrik Fase F*.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. (2020). *Pedoman Pengembangan Pembelajaran Kejuruan di SMK*. Jakarta: Kemendikbud.
- Kurniawan, R. (2017). Penerapan Human Machine Interface dalam Otomatisasi Proses Industri: Teori dan Praktik. *Jurnal Teknik Industri*, 10(4), 22-33.
- Laksana, D. & Putra, M. (2020). *Implementasi Sistem Otomasi PLC dalam Dunia Industri 4.0*. Jakarta: Penerbit Teknologi Industri.
- Lee, W., & Owens, D. (2004). *Multimedia-Based Instructional Design*.
- Nasution, S. (2011). *Dasar-Dasar Desain Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.
- NB Designer Software User Guide\* (2023). Omron Corporation. Retrieved from <https://www.omron.com>.
- Noviyanto, E. (2019). Pengembangan Training kit Production and Monitoring System Berbasis PLC Untuk Kompetensi Keahlian Teknik Elektronika Industri. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9).
- Noviyanto, A. (2019). *Penerapan Training kit dalam Pembelajaran Keterampilan Otomasi Industri*. Jakarta: Pustaka Ilmu.
- OMRON. (2011). *NB-series Programmable Terminals Setup Manual*. HMI, Omron.
- Omron, C. (n.d.). *SYSMAC CP-series CP1E CPU Units*.

- Omron. (2011). PLC, HMI and PC Configuration Guide. Omron Industrial Automation. Retrieved from <https://www.omron.com>.
- Prayogo, H., & Hartayu, R. (2023). Design and control of an automatic cable-cutting machine with the implementation of a stepper control program using PLC. *Gema Wiralodra*, 14(3), 1281–1291. <https://doi.org/10.31943/gw.v14i3.498>
- Prayogo, H., & Hartayu, H. (2023). Human Machine Interface (HMI): Konsep dan Implementasi dalam Industri Modern. *Jurnal Teknik Elektro*, 18(2), 134-145.
- Sitompul, S., & Siahaan, A. (2018). Pengaruh Penggunaan Training kit dalam Pembelajaran Otomasi terhadap Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 13(2), 89-95.
- Suryanto, T. & Wirawan, I. (2022). PLC dan HMI dalam Otomatisasi Industri: Integrasi dan Aplikasi. Yogyakarta: Penerbit Universitas.
- Widoyoko, E.P. (2013). Teknik Penyusunan Instrumen Penelitian. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Wijayanto, E. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Training kit untuk Meningkatkan Keterampilan Praktik Siswa. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 10(1), 34-44.