



Perancangan *Trainer KIT Mixing Liquid Machine* Berbasis PLC dan HMI sebagai Media Pembelajaran Sistem Kendali Industri di SMK Negeri 1 Padang

Novita Sari Nur Saputri¹, Winda Agustiarmi², Almasri³, Rido Putra⁴

Universitas Negeri Padang

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Bar., Kec. Padang Utara, Kota Padang

Korespondensi penulis: novitasarinursaputri9@gmail.com

Abstract. *This study aims to design and develop a mixing liquid machine trainer kit based on a Programmable Logic Controller (PLC) and Human Machine Interface (HMI) as a learning medium for the Industrial Control Systems course at SMK Negeri 1 Padang. The background of this research is the limited availability of practical learning media in the laboratory, which is still simple and not yet integrated with industrial automation systems required by the workforce, resulting in a lack of students' hands-on experience in operating industrial control systems. This research employed a Research and Development (R&D) method using a development model consisting of needs analysis, design, development, validation, and practicality testing stages. The resulting product is a trainer kit that simulates a two-liquid mixing process using an automatic control system based on the Omron CP1E E40SDR-A PLC and process visualization through an EasyBuilder Pro-based HMI. The results show that the developed product has a very high level of validity based on expert evaluations in both material and media aspects, and it also demonstrates a high level of practicality based on student trials. This indicates that the developed trainer kit is feasible and effective as a learning medium to improve students' conceptual understanding and practical skills in industrial control systems. Therefore, this trainer kit is expected to bridge the competency gap between vocational school graduates and industrial demands, particularly in PLC- and HMI-based automation systems.*

Keywords: *Trainer Kit, PLC, HMI*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan trainer kit mixing liquid machine berbasis Programmable Logic Controller (PLC) dan Human Machine Interface (HMI) sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran Sistem Kendali Industri di SMK Negeri 1 Padang. Latar belakang penelitian ini adalah keterbatasan media pembelajaran praktik di laboratorium yang masih sederhana dan belum terintegrasi dengan sistem otomasi industri yang sesuai kebutuhan dunia kerja, sehingga menyebabkan kurangnya pengalaman hands-on siswa dalam mengoperasikan sistem kendali berbasis industri. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model pengembangan yang mencakup tahap analisis kebutuhan, perancangan, pengembangan, validasi, dan uji praktikalitas. Produk yang dihasilkan berupa trainer kit yang mensimulasikan proses pencampuran dua cairan dengan sistem kontrol otomatis menggunakan PLC Omron CP1E E40SDR-A serta visualisasi proses melalui HMI berbasis EasyBuilder Pro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan memiliki tingkat validitas yang sangat baik berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media, serta memperoleh tingkat praktikalitas yang tinggi berdasarkan uji coba penggunaan oleh siswa. Hal ini menunjukkan bahwa trainer kit yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan siswa pada sistem kendali industri. Dengan demikian, penggunaan media pembelajaran berbasis trainer kit ini diharapkan dapat menjembatani kesenjangan kompetensi antara lulusan SMK dengan kebutuhan industri, khususnya pada bidang otomasi berbasis PLC dan HMI.

Kata Kunci: Trainer Kit, PLC, HMI

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di era industri 4.0 yang kini bergerak menuju society 5.0 membawa perubahan besar dalam berbagai sektor, terutama sektor industri dan pendidikan (Kahar et al., 2021). Perubahan tersebut ditandai dengan meningkatnya penggunaan sistem otomatisasi, kecerdasan buatan, serta integrasi teknologi digital dalam proses produksi. Berdasarkan laporan Media Indonesia (2025), hingga tahun 2024 sekitar 35% perusahaan manufaktur besar di Indonesia telah mengadopsi sistem otomasi pada berbagai sektor seperti manufaktur, farmasi, makanan, dan minuman. Kondisi ini menunjukkan bahwa dunia industri semakin membutuhkan tenaga kerja yang memiliki kompetensi tinggi dalam bidang otomasi (Abidin, 2023).

Sejalan dengan perkembangan tersebut, dunia pendidikan khususnya Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dituntut untuk mampu menyiapkan lulusan yang kompeten, adaptif, dan sesuai dengan kebutuhan industri. SMK memiliki peran penting dalam mencetak tenaga kerja terampil yang tidak hanya memahami teori, tetapi juga memiliki keterampilan praktik yang relevan dengan dunia kerja. Hal ini sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2016 yang menegaskan bahwa pendidikan SMK bertujuan menyiapkan sumber daya manusia yang berilmu, berakhlak mulia, dan memiliki keterampilan sesuai bidangnya (Admin, 2023). Dalam Kurikulum Merdeka, khususnya Fase F untuk SMK, peserta didik diharapkan mampu menguasai kompetensi pada elemen Sistem Kendali Industri. Elemen ini mencakup pemahaman dan penerapan relay logic, Programmable Logic Controller (PLC), serta Human Machine Interface (HMI) (Pujirianto & Haryanto, 2023). Capaian pembelajaran tersebut menuntut siswa tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu mengimplementasikan sistem kendali industri secara langsung melalui kegiatan praktik (Abidin, 2023).

PLC merupakan sistem kendali yang banyak digunakan dalam dunia industri karena fleksibilitas dan keandalannya dalam mengontrol proses produksi. PLC mampu mengolah logika kontrol yang kompleks dengan tingkat presisi yang tinggi sehingga digunakan dalam berbagai aplikasi seperti mixing liquid, sorting machine, hingga filling system. Sementara itu, HMI berfungsi sebagai antarmuka yang memungkinkan operator memantau dan mengontrol sistem secara *real-time* sehingga proses industri dapat berjalan lebih efektif, efisien, dan aman (Hadisyah et al., 2024). Namun demikian, dalam proses pembelajaran di SMK masih terdapat berbagai kendala, terutama terkait keterbatasan media pembelajaran praktik. Media pembelajaran yang ideal seharusnya mampu menggambarkan kondisi nyata di industri sehingga siswa dapat memahami konsep secara lebih konkret. Akan tetapi, tidak semua sekolah memiliki fasilitas yang memadai untuk mendukung pembelajaran berbasis praktik industri. Keterbatasan alat, biaya pengadaan, serta kurangnya media pembelajaran yang sesuai menjadi hambatan dalam mencapai tujuan pembelajaran secara optimal (Admin, 2023).

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara di SMK Negeri 1 Padang, khususnya pada jurusan Teknik Elektronika Industri, ditemukan beberapa permasalahan terkait media pembelajaran Sistem Kendali Industri. Pertama, trainer kit yang tersedia di laboratorium masih bersifat sederhana dan hanya digunakan untuk pembelajaran dasar seperti penggunaan sensor proximity dan lampu indikator. Kedua, meskipun perangkat PLC dan HMI sudah tersedia, belum terdapat media pembelajaran yang terintegrasi dalam bentuk sistem industri nyata seperti mixing liquid machine. Ketiga, jumlah trainer kit yang terbatas menyebabkan proses praktikum tidak dapat dilakukan secara optimal dalam kelompok kecil sehingga pengalaman belajar siswa menjadi kurang maksimal (Aji, 2021).

Selain itu, proses pembelajaran yang berlangsung saat ini masih banyak menggunakan simulasi berbasis software sehingga belum mencerminkan kondisi industri yang sebenarnya. Hal ini berdampak pada kurangnya pengalaman praktik langsung (*hands-on experience*) bagi siswa dalam mengoperasikan sistem otomasi industri yang kompleks. Akibatnya, terjadi kesenjangan antara kompetensi yang dimiliki lulusan SMK dengan kebutuhan dunia industri yang semakin menuntut kemampuan dalam pengoperasian dan pemrograman sistem berbasis PLC dan HMI.

Kesenjangan kompetensi ini juga diperkuat oleh kenyataan bahwa banyak lulusan SMK yang masih harus menjalani pelatihan ulang sebelum terjun ke dunia kerja. Kondisi ini menunjukkan bahwa pembelajaran di sekolah belum sepenuhnya mampu memenuhi standar kompetensi industri. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam pengembangan media pembelajaran yang dapat menjembatani kesenjangan tersebut (Aji, 2021).

Salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah pengembangan media pembelajaran berbasis *trainer kit* yang menyerupai sistem industri nyata. *Trainer kit* ini diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih aplikatif, interaktif, dan sesuai dengan kebutuhan industri. Dalam penelitian ini, sistem yang dipilih adalah *mixing liquid machine* karena merupakan salah satu aplikasi PLC yang umum digunakan dalam industri manufaktur, khususnya pada sektor makanan, minuman, dan farmasi. Sistem ini memiliki proses yang cukup kompleks seperti pengisian tangki, pengontrolan level cairan, proses pencampuran, hingga pengosongan yang dapat dikendalikan secara otomatis menggunakan PLC dan dimonitor melalui HMI (Akbar, 2021).

Dengan adanya *trainer kit* berbasis PLC dan HMI ini, siswa diharapkan dapat memahami konsep sistem kendali industri secara lebih mendalam melalui praktik langsung. Selain itu, media ini juga diharapkan mampu meningkatkan keterampilan siswa dalam merancang, memprogram, dan mengoperasikan sistem otomasi industri.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development/R&D*) yang bertujuan menghasilkan serta menguji kelayakan media pembelajaran berupa *trainer kit* *mixing liquid machine* berbasis Programmable Logic Controller (PLC) dan Human Machine Interface (HMI) pada mata pelajaran Sistem Kendali Industri di SMK Negeri 1 Padang. Model pengembangan yang digunakan adalah model 4D yang meliputi tahap *define* (analisis kebutuhan), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran). Pada tahap *define* dilakukan analisis kebutuhan pembelajaran melalui observasi, wawancara, analisis capaian pembelajaran, karakteristik peserta didik, serta sarana dan prasarana laboratorium. Tahap *design* mencakup perancangan *trainer kit*, modul ajar, *jobsheet*, buku panduan, diagram sistem, program PLC, dan antarmuka HMI. Selanjutnya pada tahap *develop* dilakukan pembuatan produk, pengujian fungsi sistem, serta validasi oleh ahli materi dan ahli media untuk memperoleh masukan dalam penyempurnaan produk. Tahap *disseminate* dilakukan melalui implementasi *trainer kit* dalam kegiatan pembelajaran untuk mengetahui tingkat praktikalitas penggunaannya.

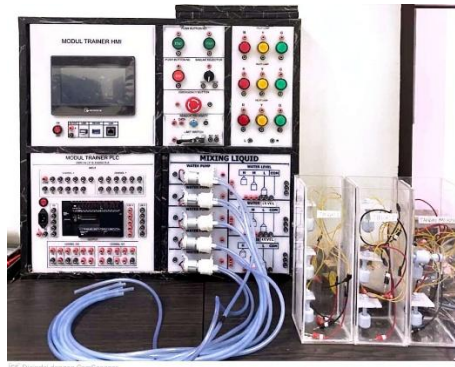
Penelitian dilaksanakan di SMK Negeri 1 Padang pada Program Keahlian Teknik Elektronika Industri selama periode Januari hingga Mei 2026. Subjek penelitian terdiri atas ahli materi, ahli media, dan peserta didik kelas XI Teknik Elektronika Industri sebagai pengguna produk pada tahap uji praktikalitas. Data penelitian dikumpulkan melalui observasi, wawancara,

dokumentasi, dan angket. Instrumen yang digunakan meliputi lembar validasi ahli materi, lembar validasi ahli media, serta angket praktikalitas peserta didik yang disusun menggunakan skala Likert empat tingkat. Data validitas dianalisis menggunakan metode Content Validity Index (CVI) untuk menentukan tingkat kelayakan produk berdasarkan penilaian para ahli, sedangkan data praktikalitas dianalisis menggunakan persentase tingkat pencapaian responden. Hasil analisis kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria validitas dan praktikalitas yang telah ditetapkan untuk menentukan kualitas trainer kit yang dikembangkan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengembangan Produk

Penelitian ini menghasilkan media pembelajaran berupa Trainer Kit Mixing Liquid Machine berbasis PLC dan HMI untuk mata pelajaran Sistem Kendali Industri di SMK Negeri 1 Padang. Trainer kit terdiri dari PLC Omron CP1E E40SDR-A, HMI Weintek, water level float switch, push button, emergency stop, water pump, dan pilot lamp yang digunakan untuk mensimulasikan proses pencampuran cairan secara otomatis. Selain trainer kit, penelitian ini juga menghasilkan modul ajar, jobsheet, dan buku panduan sebagai perangkat pembelajaran pendukung.



Gambar 1. Trainer Kit Mixing Liquid Machine Berbasis PLC dan HMI



Gambar 2. Desain HMI

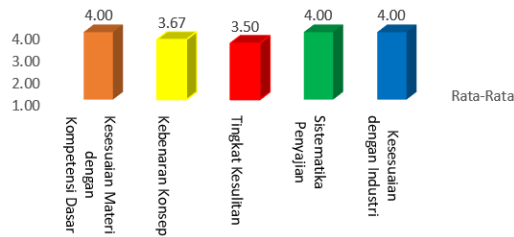
Hasil Validasi Ahli Materi

Validasi ahli materi dilakukan untuk menilai kesesuaian isi materi, tujuan pembelajaran, aspek pembelajaran, serta keterkaitan trainer kit dengan mata pelajaran Sistem Kendali Industri. Validasi dilakukan oleh dua validator menggunakan instrumen validasi yang telah disusun sebelumnya. Hasil validasi ahli materi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Validasi Ahli Materi

No	Aspek	Jumlah Item	Rata-Rata Skor
1	Kesesuaian Materi dengan Capaian Pembelajaran	3	4,00
2	Kebenaran Konsep	3	3,67
3	Tingkat Kesulitan Materi	2	3,50
4	Sistematika Penyajian	3	4,00
5	Kesesuaian dengan Dunia Industri	2	4,00
Rata-Rata Keseluruhan			3,85

Rata-Rata Skor Aspek Penilaian Validasi Materi



Gambar 3. Rata-Rata Skor Aspek Validasi Materi

Berdasarkan hasil validasi ahli materi yang dilakukan oleh dua validator, diperoleh rata-rata skor sebesar 3,85 dengan nilai *Content Validity Index* (CVI) sebesar 1,00 sehingga termasuk kategori **sangat valid**. Hasil tersebut menunjukkan bahwa materi yang terdapat pada trainer kit telah sesuai dengan capaian pembelajaran, konsep sistem kendali industri, serta kebutuhan pembelajaran di SMK Negeri 1 Padang.

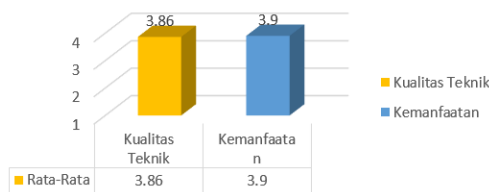
Hasil Validasi Ahli Media

Validasi ahli media dilakukan oleh dua validator untuk menilai aspek tampilan, kemudahan penggunaan, kualitas teknis, dan kesesuaian trainer kit sebagai media pembelajaran. Hasil validasi ahli media dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Media

No	Aspek	Jumlah Item	Rata-Rata Skor
1	Kualitas Teknik	14	3,86
2	Kemanfaatan	5	3,90
Rata-Rata Keseluruhan			3,88

Rata-Rata Skor Aspek Penilaian Validasi Media



Gambar 4. Rata-Rata Skor Aspek Ahli Media

Berdasarkan hasil validasi ahli media yang dilakukan oleh dua validator, diperoleh rata-rata skor sebesar 3,88 dengan nilai Content Validity Index (CVI) sebesar 1,00 sehingga termasuk kategori sangat valid. Hasil tersebut menunjukkan bahwa trainer kit yang dikembangkan telah memenuhi aspek kualitas teknis dan kemanfaatan sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran Sistem Kendali Industri.

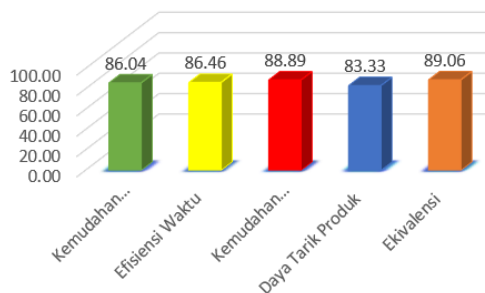
Hasil Praktikalitas

Uji praktikalitas dilakukan kepada 24 peserta didik kelas XI Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 1 Padang setelah menggunakan trainer kit dalam kegiatan praktikum Sistem Kendali Industri. Hasil uji praktikalitas dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Praktikalitas

No	Aspek	Persen tase	Kategori
1	Kemudahan Penggunaan	86,04	Sangat Praktis
2	Efisiensi Waktu	86,46	Sangat Praktis
3	Kemudahan Interpretasi	88,89	Sangat Praktis
4	Daya Tarik	83,33	Sangat Praktis
5	Manfaat	89,06	Sangat Praktis
Rata-Rata		86,53	Sangat Praktis

Diagram Presentase Praktikalitas



Gambar 5. Diagram Presentase Praktikalitas

Berdasarkan hasil uji praktikalitas yang dilakukan kepada 24 peserta didik, diperoleh nilai praktikalitas sebesar 86,53% dengan kategori sangat praktis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa trainer kit mudah digunakan, menarik, serta membantu peserta didik dalam memahami materi Sistem Kendali Industri melalui kegiatan praktikum.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Trainer Kit Mixing Liquid Machine berbasis PLC dan HMI berhasil dikembangkan sebagai media pembelajaran Sistem Kendali Industri di SMK Negeri 1 Padang. Pengembangan produk dilakukan melalui tahapan define, design, develop, dan disseminate. Trainer kit dirancang menggunakan PLC Omron CP1E E40SDR-A sebagai pengendali utama dan HMI sebagai media monitoring serta pengendalian sistem. Produk yang dikembangkan mampu mensimulasikan proses pencampuran cairan secara otomatis sehingga dapat memberikan pengalaman praktik yang lebih kontekstual bagi peserta didik. Pembahasan hasil penelitian dijelaskan sebagai berikut:

1. Perancangan Trainer Kit Mixing Liquid Machine Berbasis PLC dan HMI

Trainer kit dirancang untuk mendukung pembelajaran Sistem Kendali Industri melalui simulasi proses mixing liquid machine. Sistem terdiri atas PLC, HMI, water level float switch, water pump, push button, dan pilot lamp yang terintegrasi dalam satu media pembelajaran. Penggunaan trainer kit memungkinkan peserta didik memahami konsep pengendalian otomatis, pemrograman PLC, serta monitoring proses menggunakan HMI secara langsung.

2. Validitas Trainer Kit Mixing Liquid Machine Berbasis PLC dan HMI

Hasil validasi oleh ahli materi dan ahli media menunjukkan nilai CVI sebesar 1,00 dengan kategori sangat valid. Hasil tersebut menunjukkan bahwa trainer kit telah memenuhi aspek kesesuaian materi, kebenaran konsep, kualitas teknis, serta kemanfaatan media pembelajaran. Dengan demikian, trainer kit yang dikembangkan layak digunakan sebagai media pembelajaran Sistem Kendali Industri.

3. Praktikalitas Trainer Kit Mixing Liquid Machine Berbasis PLC dan HMI

Hasil uji praktikalitas yang dilakukan kepada 24 peserta didik memperoleh persentase sebesar 86,53% dengan kategori sangat praktis. Nilai tersebut menunjukkan bahwa trainer kit mudah digunakan, membantu peserta didik memahami materi pembelajaran, memiliki tampilan yang menarik, serta dapat digunakan secara efektif dalam kegiatan praktikum Sistem Kendali Industri.

KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa telah berhasil dirancang Trainer Kit Mixing Liquid Machine berbasis Programmable Logic Controller (PLC) dan Human Machine Interface (HMI) sebagai media pembelajaran pada mata pelajaran Sistem Kendali Industri di SMK Negeri 1 Padang. Trainer kit ini terdiri atas PLC Omron CP1E E40SDR-A, HMI, water level float switch, water pump, push button, dan pilot lamp yang terintegrasi untuk mensimulasikan proses pencampuran cairan secara otomatis. Hasil validasi yang dilakukan oleh ahli materi dan ahli media menunjukkan nilai Content Validity Index (CVI) sebesar 1,00 dengan kategori sangat valid, sehingga trainer kit yang dikembangkan dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran. Selain itu, hasil uji praktikalitas yang melibatkan 24 peserta didik kelas XI Teknik Elektronika Industri SMK Negeri 1 Padang memperoleh persentase sebesar 86,53% dengan kategori sangat praktis. Hasil tersebut menunjukkan bahwa trainer kit mudah digunakan, membantu peserta didik dalam memahami materi, serta efektif mendukung kegiatan pembelajaran dan praktikum Sistem Kendali Industri.

DAFTAR PUSTAKA

Abidin, I. (2023). *Apa itu pompa diafragma? Fitur dan strukturnya dijelaskan*. Orbray. <https://orbray.com>

- Admin. (2020, May 9). *Pilot Lamp Indikator Panel Listrik ADMIN ADMIN*. PLCDROID. <https://www.plcdroid.com/2019/02/pilot-lamp-indikator-panel-listrik.html>
- Aji, G. P., & Sumbodo, B. A. (2021). Implementasi Komunikasi Master – Slave pada PLC OMRON CP1H. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, 11(2), 143. <https://doi.org/10.22146/ijeis.42950>
- Akbar, J. (2021). Pengembangan Training Kit Pada Mata Pelajaran Mengoperasikan Sistem Kendali Elektronik. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 18(1). <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPTK/article/view/29502/17609>
- Hadisyah, R. D. P., Sutrisno, I., & Endrasmono, J. (2024). Komunikasi PLC LE3U dan Haiwell HMI D4-W Menggunakan Modbus Serial RS-485. , 11(3), 680–689. <https://doi.org/10.33795/elkolind.v11i3.5222>. *Jurnal Elektronika Dan Otomasi Industri*. <https://doi.org/10.33795/elkolind.v11i3.5222>
- Kahar, M. I., Cikka, H., Afni, N., & Wahyuningsih, N. E. (2021). Pendidikan Era Revolusi Industri 4.0 Menuju Era Society 5.0 Di Masa Pandemi Covid 19. *Moderasi Jurnal Studi Ilmu Pengetahuan Sosial*, 2(1), 58–78.
- Pujirianto, & Haryanto. (2023). Development of Smart Building Training Kit for Control System Competencies in Vocational High Schools. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*. <https://doi.org/https://doi.org/10.21831/elinvo.v9i2.77160>