

**IMPLEMENTASI PERANGKAT LUNAK OPEN SOURCE DALAM Mendukung
PRAKTIKUM DAN PEMBELAJARAN TEKNIK ELEKTRO**

**IMPLEMENTATION OF OPEN SOURCE SOFTWARE TO SUPPORT PRACTICUM AND
LEARNING OF ELECTRICAL ENGINEERING**

Dino Erivianto^{1*}, Ahmad Dani²

^{1,2} Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, Indonesia

*derivianto@gmail.com

Abstrak: Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat ini bertujuan meningkatkan kompetensi mahasiswa Teknik Elektro melalui implementasi perangkat lunak *OpenPLC* sebagai media pendukung praktikum dan pembelajaran berbasis *open source*. Kegiatan dilaksanakan dalam bentuk pelatihan dan pendampingan yang meliputi pengenalan konsep *Programmable Logic Controller* (PLC), instalasi *OpenPLC*, penyusunan program menggunakan *Ladder Diagram*, simulasi, serta implementasi pada *Arduino Uno*. Metode yang digunakan adalah *Participatory Learning and Practice* melalui penyampaian materi, demonstrasi, praktik langsung, dan evaluasi menggunakan *pre-test*, *post-test*, serta kuesioner kepuasan. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan nilai rata-rata peserta dari 58,4 pada *pre-test* menjadi 86,9 pada *post-test*, atau meningkat sebesar 48,8%. Tingkat kepuasan peserta mencapai 94,7% dengan kategori sangat baik. Implementasi *OpenPLC* terbukti mampu mendukung proses praktikum secara efektif, meningkatkan pemahaman konsep PLC, serta memberikan alternatif perangkat lunak yang ekonomis, legal, dan mudah diakses untuk mendukung pembelajaran Teknik Elektro.

Kata Kunci: *OpenPLC; Open Source Software; Programmable Logic Controller*

Abstract: *This Community Service activity aims to improve the competence of Electrical Engineering students through the implementation of OpenPLC software as a supporting medium for open-source practicum and learning. Activities were carried out in the form of training and mentoring which included the introduction of the Programmable Logic Controller (PLC) concept, OpenPLC installation, program preparation using Ladder Diagram, simulation, and implementation on Arduino Uno. The method used is Participatory Learning and Practice through the delivery of materials, demonstrations, direct practice, and evaluation using pre-test, post-test, and satisfaction questionnaires. The results showed an increase in the average score of participants from 58.4 in the pre-test to 86.9 in the post-test, or an increase of 48.8%. The satisfaction rate of participants reached 94.7% with the very good category. The implementation of OpenPLC has been proven to be able to effectively support the practicum process, improve understanding of PLC concepts, and provide economical, legal, and accessible software alternatives to support Electrical Engineering learning.*

Keywords: *OpenPLC; Open Source Software; Programmable Logic Controller*

Article History:

Received	Revised	Published
27 Mei 2026	10 Juli 2026	15 Juli 2026

Pendahuluan

Perkembangan teknologi otomasi industri pada era Industri 4.0 dan Society 5.0 telah mendorong perguruan tinggi untuk menghasilkan lulusan yang tidak hanya menguasai teori, tetapi juga memiliki kompetensi praktis yang sesuai dengan kebutuhan dunia industri. Salah

satu kompetensi utama yang harus dimiliki oleh mahasiswa Program Studi Teknik Elektro adalah kemampuan merancang, memprogram, dan mengoperasikan sistem kendali berbasis Programmable Logic Controller (PLC)(Srpak et al., 2025). Kompetensi tersebut menjadi fondasi dalam berbagai bidang, seperti otomasi industri, sistem manufaktur, pengendalian proses, dan Internet of Things (IoT). Oleh karena itu, proses pembelajaran dan praktikum PLC perlu dirancang secara efektif agar mahasiswa memperoleh pengalaman belajar yang aplikatif dan relevan dengan perkembangan teknologi(Zheng et al., 2022).

Pelaksanaan praktikum PLC di berbagai perguruan tinggi masih menghadapi sejumlah kendala. Keterbatasan jumlah perangkat PLC, tingginya biaya pengadaan lisensi perangkat lunak, serta terbatasnya waktu penggunaan laboratorium menyebabkan kesempatan mahasiswa untuk berlatih secara mandiri menjadi kurang optimal(Kusuma et al., 2024a). Kondisi ini berdampak pada rendahnya intensitas praktik dan terbatasnya eksplorasi mahasiswa dalam mengembangkan logika kendali yang lebih kompleks(Erivianto & Dani, 2024). Selain itu, ketergantungan terhadap perangkat lunak komersial sering kali menjadi hambatan bagi institusi pendidikan dengan keterbatasan anggaran dalam menyediakan fasilitas praktikum yang memadai.

Salah satu alternatif yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah pemanfaatan perangkat lunak open source. Perangkat lunak open source menawarkan fleksibilitas penggunaan, biaya implementasi yang rendah, serta dukungan komunitas pengembang yang luas(Cai, 2025). Karakteristik tersebut menjadikan perangkat lunak open source sebagai solusi yang sesuai untuk mendukung pembelajaran berbasis praktik di lingkungan perguruan tinggi. Selain meningkatkan akses terhadap teknologi, penggunaan perangkat lunak open source juga mendorong mahasiswa untuk lebih aktif mengeksplorasi, memodifikasi, dan mengembangkan sistem sesuai kebutuhan pembelajaran(Kusuma et al., 2024b).

Salah satu perangkat lunak open source yang banyak digunakan dalam pembelajaran otomasi industri adalah OpenPLC. OpenPLC merupakan platform PLC berbasis standar IEC 61131-3 yang mendukung berbagai bahasa pemrograman, seperti Ladder Diagram (LD), Function Block Diagram (FBD), Structured Text (ST), Sequential Function Chart (SFC), dan Instruction List (IL). Selain mendukung standar industri, OpenPLC juga memiliki kompatibilitas dengan berbagai perangkat keras, seperti Arduino, ESP32, Raspberry Pi, maupun komputer pribadi, sehingga memungkinkan mahasiswa melakukan simulasi maupun implementasi sistem kendali tanpa bergantung pada PLC komersial(Roomi et al., 2022). Fleksibilitas tersebut menjadikan OpenPLC sebagai media pembelajaran yang efektif untuk memperkenalkan konsep otomasi industri secara lebih luas(Moratelli et al., 2026).

Implementasi OpenPLC dalam kegiatan praktikum memberikan berbagai manfaat, antara lain meningkatkan akses mahasiswa terhadap perangkat pembelajaran, memperluas kesempatan belajar secara mandiri di luar laboratorium, serta mengurangi ketergantungan terhadap perangkat lunak berlisensi(Koerniawan & Rinaldi, 2026). Mahasiswa dapat mempelajari dasar-dasar pemrograman PLC, melakukan simulasi logika kendali, menguji program, hingga mengintegrasikan sistem dengan perangkat masukan dan keluaran (input/output) secara lebih mudah. Dengan demikian, proses pembelajaran menjadi lebih interaktif, berorientasi pada penyelesaian masalah (problem-based learning), dan mampu meningkatkan kompetensi mahasiswa sesuai kebutuhan industri.

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) ini dilaksanakan dalam bentuk pelatihan dan pendampingan implementasi OpenPLC kepada mahasiswa Program Studi Teknik Elektro sebagai upaya penguatan kompetensi akademik pada bidang sistem kendali dan otomasi industri. Materi yang diberikan meliputi pengenalan konsep PLC, instalasi dan konfigurasi

OpenPLC Editor serta OpenPLC Runtime, penyusunan program menggunakan Ladder Diagram, simulasi rangkaian kendali, hingga implementasi sederhana menggunakan perangkat keras berbasis mikrokontroler. Melalui pendekatan tersebut, peserta tidak hanya memahami konsep teoritis, tetapi juga memperoleh pengalaman langsung dalam merancang dan menguji sistem kendali berbasis PLC.

Tujuan kegiatan ini adalah meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa dalam memanfaatkan perangkat lunak OpenPLC sebagai media pembelajaran praktikum Teknik Elektro. Selain itu, kegiatan ini bertujuan memperkenalkan ekosistem perangkat lunak open source sebagai alternatif yang ekonomis, legal, dan berkelanjutan dalam penyelenggaraan praktikum. Diharapkan implementasi OpenPLC dapat menjadi salah satu strategi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran praktikum, memperkuat kompetensi lulusan di bidang otomasi industri, serta mendukung terciptanya budaya pembelajaran berbasis teknologi terbuka di lingkungan perguruan tinggi.

Metode

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM) dilaksanakan di Laboratorium Teknik Elektro dengan sasaran mahasiswa Program Studi Teknik Elektro yang sedang atau akan menempuh mata kuliah Sistem Kendali, Otomasi Industri, dan Programmable Logic Controller (PLC). Peserta dipilih berdasarkan minat terhadap bidang otomasi industri dan kebutuhan peningkatan kompetensi praktikum berbasis perangkat lunak *open source*. Kegiatan diikuti oleh 30 mahasiswa yang berasal dari berbagai tingkat semester.

Metode pelaksanaan menggunakan pendekatan Participatory Learning and Practice, yaitu pembelajaran yang mengombinasikan penyampaian materi, demonstrasi, praktik langsung, diskusi, dan pendampingan. Pendekatan ini dipilih agar peserta tidak hanya memahami konsep PLC secara teoritis, tetapi juga mampu mengimplementasikan program kendali menggunakan perangkat lunak OpenPLC.

Pelaksanaan kegiatan terdiri atas lima tahapan, yaitu analisis kebutuhan, persiapan, pelaksanaan pelatihan, pendampingan praktik, dan evaluasi kegiatan.

a. Analisis Kebutuhan

Tahap awal dilakukan melalui observasi terhadap proses praktikum PLC yang selama ini berlangsung di laboratorium. Hasil observasi menunjukkan bahwa keterbatasan jumlah PLC komersial menyebabkan mahasiswa belum memperoleh kesempatan praktik yang optimal. Selain itu, penggunaan perangkat lunak berlisensi membatasi akses mahasiswa untuk berlatih secara mandiri di luar laboratorium. Berdasarkan kondisi tersebut dipilih OpenPLC sebagai perangkat lunak alternatif karena bersifat *open source*, mendukung standar IEC 61131-3, serta dapat dijalankan pada berbagai sistem operasi.

b. Persiapan

Tahap persiapan meliputi penyusunan modul pelatihan, instalasi perangkat lunak OpenPLC Editor dan OpenPLC Runtime pada komputer peserta, penyediaan perangkat pendukung, serta penyusunan studi kasus praktikum. Modul yang disusun mencakup pengenalan PLC, dasar-dasar Ladder Diagram, konfigurasi OpenPLC, simulasi sistem kendali, hingga implementasi pada perangkat mikrokontroler.

c. Pelaksanaan Pelatihan

Pelatihan dilaksanakan melalui penyampaian materi secara interaktif yang dilanjutkan dengan demonstrasi penggunaan OpenPLC. Materi yang diberikan meliputi:

- Konsep dasar Programmable Logic Controller (PLC).
- Pengenalan perangkat lunak OpenPLC.
- Instalasi dan konfigurasi OpenPLC Editor.
- Pengenalan bahasa pemrograman Ladder Diagram.
- Pembuatan program logika dasar (AND, OR, NOT, Timer, Counter).
- Simulasi program PLC menggunakan OpenPLC Runtime.
- Implementasi program pada perangkat keras berbasis Arduino.

Setelah penyampaian materi, peserta diminta mengembangkan program PLC sederhana sesuai studi kasus yang diberikan.

d. Pendampingan Praktik

Pendampingan dilakukan secara langsung selama proses praktikum. Peserta memperoleh bimbingan dalam menyusun Ladder Diagram, melakukan proses kompilasi program, mengunggah program ke OpenPLC Runtime, mengidentifikasi kesalahan (*debugging*), serta melakukan pengujian fungsi sistem kendali. Pendampingan bertujuan memastikan seluruh peserta mampu menyelesaikan setiap tahapan praktikum secara mandiri.

e. Evaluasi

Evaluasi kegiatan dilakukan untuk mengetahui peningkatan pemahaman dan keterampilan peserta setelah mengikuti pelatihan. Instrumen evaluasi meliputi:

1. Pre-test untuk mengetahui tingkat pengetahuan awal peserta mengenai PLC dan OpenPLC.
2. Post-test untuk mengukur peningkatan pemahaman setelah pelatihan.
3. Penilaian praktik, yaitu kemampuan peserta dalam membuat dan menjalankan program Ladder Diagram menggunakan OpenPLC.
4. Kuesioner kepuasan, untuk mengetahui persepsi peserta terhadap materi, metode penyampaian, modul pelatihan, dan manfaat penggunaan OpenPLC dalam kegiatan praktikum.

Peningkatan hasil belajar dihitung menggunakan persentase kenaikan nilai rata-rata pre-test dan post-test, sedangkan tingkat kepuasan peserta dianalisis secara deskriptif berdasarkan skor skala Likert lima tingkat.

Perangkat yang digunakan dalam kegiatan terdiri atas komputer/laptop dengan sistem operasi Windows, Arduino Uno sebagai media implementasi PLC, kabel USB, serta modul input-output sederhana yang terdiri dari push button dan LED indikator.

Perangkat lunak yang digunakan meliputi:

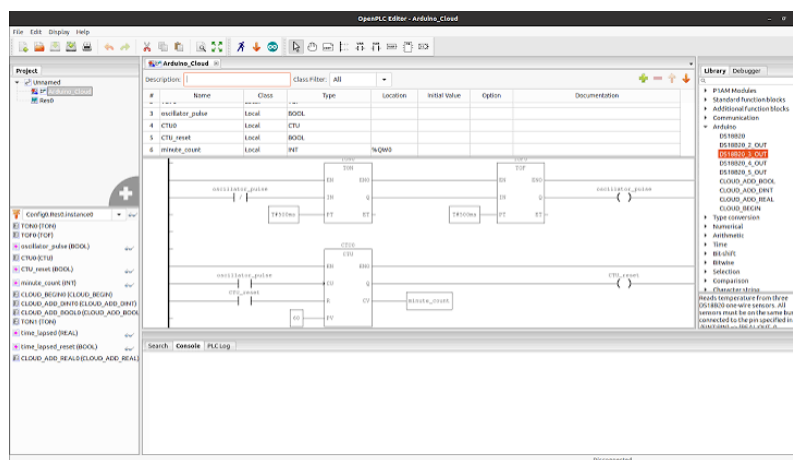
- OpenPLC Editor
- OpenPLC Runtime
- Web Browser untuk mengakses OpenPLC Runtime

Keberhasilan kegiatan ditentukan berdasarkan beberapa indikator, yaitu:

1. Seluruh peserta berhasil menginstal OpenPLC pada perangkat masing-masing.
2. Minimal 80% peserta mampu membuat program Ladder Diagram sederhana sesuai studi kasus.
3. Terjadi peningkatan nilai rata-rata post-test dibandingkan pre-test.
4. Minimal 85% peserta memberikan penilaian kategori baik atau sangat baik terhadap pelaksanaan pelatihan.
5. Peserta mampu mengimplementasikan program OpenPLC pada perangkat Arduino sebagai simulasi sistem kendali sederhana.

Melalui tahapan tersebut diharapkan kegiatan pelatihan mampu meningkatkan kompetensi

mahasiswa dalam bidang otomasi industri serta memperluas pemanfaatan perangkat lunak *open source* sebagai media praktikum Teknik Elektro yang efektif, ekonomis, dan berkelanjutan.



Gambar 1. Aplikasi Open PLC

Hasil dan Pembahasan Pelaksanaan Kegiatan Pelatihan

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat dilaksanakan dalam bentuk pelatihan dan pendampingan penggunaan perangkat lunak OpenPLC sebagai media praktikum pada Program Studi Teknik Elektro. Kegiatan diikuti oleh 30 mahasiswa yang memiliki ketertarikan pada bidang sistem kendali dan otomasi industri. Pelatihan berlangsung selama satu hari yang dibagi menjadi sesi penyampaian materi, demonstrasi, praktik mandiri, dan evaluasi hasil pembelajaran.

Pada tahap awal, peserta diberikan pengenalan mengenai konsep dasar *Programmable Logic Controller* (PLC), perkembangan teknologi otomasi industri, serta pentingnya penguasaan perangkat lunak berbasis *open source*. Selanjutnya peserta memperoleh penjelasan mengenai arsitektur OpenPLC, standar IEC 61131-3, serta berbagai bahasa pemrograman PLC yang didukung, dengan fokus utama pada *Ladder Diagram* karena merupakan bahasa yang paling umum digunakan dalam industri.

Tahap berikutnya adalah instalasi OpenPLC Editor dan OpenPLC Runtime pada komputer masing-masing peserta. Seluruh peserta berhasil menyelesaikan proses instalasi tanpa kendala yang berarti. Setelah proses instalasi selesai, peserta melakukan konfigurasi perangkat lunak dan menjalankan simulasi pertama untuk memastikan sistem berjalan dengan baik.

Pada sesi praktik, peserta diminta menyusun beberapa program kendali sederhana, seperti rangkaian Start–Stop Motor, Lampu Lalu Lintas, Timer ON Delay, Counter, dan Interlock Motor. Setiap program diuji menggunakan simulator OpenPLC sebelum diimplementasikan pada papan Arduino Uno sebagai media *input-output*. Pendampingan dilakukan secara intensif sehingga peserta mampu memahami alur pembuatan program mulai dari penyusunan Ladder Diagram hingga proses *debugging*.

Pelaksanaan pelatihan menunjukkan bahwa penggunaan OpenPLC mampu menciptakan suasana belajar yang lebih aktif. Peserta dapat melakukan percobaan berulang tanpa khawatir terhadap kerusakan perangkat PLC komersial. Fleksibilitas ini memberikan kesempatan lebih luas bagi mahasiswa untuk mengeksplorasi berbagai logika kendali sesuai kebutuhan praktikum.

Hasil Evaluasi Kompetensi Peserta

Evaluasi dilakukan melalui pre-test dan post-test untuk mengetahui peningkatan pengetahuan peserta mengenai PLC dan penggunaan OpenPLC. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan kemampuan peserta setelah mengikuti pelatihan.

Tabel 1. Hasil Pre-test dan Post-test Peserta

Parameter	Nilai
Jumlah peserta	30
Rata-rata Pre-test	58,4
Rata-rata Post-test	86,9
Peningkatan Nilai	28,5
Persentase Peningkatan	48,85

Nilai rata-rata pre-test sebesar 58,4 menunjukkan bahwa sebagian besar peserta masih memiliki pemahaman yang terbatas mengenai konsep PLC dan perangkat lunak OpenPLC. Setelah mengikuti pelatihan, nilai rata-rata meningkat menjadi 86,9 atau mengalami peningkatan sebesar 48,8%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode pelatihan yang mengombinasikan penyampaian materi dengan praktik langsung mampu meningkatkan pemahaman peserta secara signifikan.

Peningkatan kompetensi tidak hanya terlihat dari hasil tes, tetapi juga dari kemampuan peserta dalam menyelesaikan studi kasus yang diberikan. Sebagian besar peserta mampu menyusun Ladder Diagram secara mandiri, memahami penggunaan kontak NO/NC, timer, counter, serta melakukan proses simulasi tanpa pendampingan penuh.



Gambar 2. Mahasiswa mengikuti paparan materi

Hasil Implementasi OpenPLC pada Praktikum

Implementasi OpenPLC pada kegiatan praktikum menunjukkan bahwa perangkat lunak ini mampu menggantikan sebagian fungsi perangkat lunak PLC komersial sebagai media pembelajaran dasar. Seluruh peserta berhasil menjalankan simulasi logika kendali menggunakan OpenPLC Runtime, kemudian menghubungkannya dengan Arduino Uno sebagai perangkat *input-output*.

Program yang berhasil diimplementasikan meliputi:

- Sistem Start–Stop motor menggunakan tombol tekan.
- Pengendalian lampu lalu lintas berbasis timer.
- Sistem interlock dua motor.

- Penggunaan timer ON Delay dan OFF Delay.
- Counter untuk menghitung jumlah objek.
- Simulasi kendali lampu otomatis.

Keberhasilan implementasi menunjukkan bahwa OpenPLC mampu memberikan pengalaman belajar yang mendekati penggunaan PLC industri. Selain itu, peserta dapat melakukan modifikasi program secara cepat tanpa memerlukan perangkat keras PLC dengan biaya tinggi. Kemudahan ini meningkatkan frekuensi latihan mahasiswa sehingga proses pembelajaran menjadi lebih efektif.

OpenPLC juga mendukung proses *debugging* secara langsung sehingga mahasiswa dapat mengidentifikasi kesalahan logika program sebelum diimplementasikan pada perangkat keras. Fitur tersebut sangat membantu peserta dalam memahami hubungan antara logika Ladder Diagram dan respon sistem kendali.

Evaluasi Kepuasan Peserta

Kepuasan peserta diukur menggunakan kuesioner skala Likert lima tingkat yang mencakup aspek materi, penyampaian, modul pelatihan, kemudahan penggunaan OpenPLC, dan manfaat kegiatan terhadap praktikum.

Tabel 2. Hasil Evaluasi Kepuasan Peserta

Aspek Penilaian	Persentase
Materi pelatihan mudah dipahami	93,3%
OpenPLC mudah digunakan	90,0%
Modul pelatihan membantu praktikum	96,7%
Pendampingan narasumber memadai	95,6%
Kegiatan bermanfaat bagi pembelajaran	97,8%
Rata-rata kepuasan peserta	94,7%

Hasil evaluasi menunjukkan tingkat kepuasan rata-rata sebesar 94,7%, yang termasuk kategori **sangat baik**. Peserta menyatakan bahwa OpenPLC mudah dipelajari dan dapat digunakan sebagai media latihan secara mandiri di luar jadwal praktikum laboratorium. Selain itu, penggunaan perangkat lunak *open source* memberikan keuntungan karena dapat diinstal secara bebas pada komputer pribadi tanpa memerlukan lisensi tambahan.



Gambar 3. Mahasiswa secara berkelompok mengikuti bimbingan praktikum

Pembahasan

Implementasi OpenPLC dalam kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat memberikan dampak positif terhadap peningkatan kompetensi mahasiswa pada bidang otomasi industri.

Peningkatan nilai pre-test dan post-test menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis praktik lebih efektif dibandingkan penyampaian teori semata. Mahasiswa memperoleh kesempatan untuk memahami konsep PLC melalui pengalaman langsung dalam menyusun, menguji, dan memperbaiki program Ladder Diagram.

Pemanfaatan perangkat lunak *open source* juga memberikan solusi terhadap keterbatasan fasilitas laboratorium. Dengan OpenPLC, mahasiswa dapat mengakses lingkungan pemrograman PLC menggunakan komputer pribadi tanpa harus bergantung pada perangkat lunak berlisensi maupun PLC komersial. Kondisi ini memungkinkan proses pembelajaran berlangsung secara berkelanjutan di dalam maupun di luar laboratorium.

Dari sisi institusi, implementasi OpenPLC berpotensi mengurangi biaya pengadaan perangkat lunak sekaligus memperluas akses praktikum bagi lebih banyak mahasiswa. Pendekatan ini mendukung efisiensi pengelolaan laboratorium dan sejalan dengan upaya transformasi digital dalam pendidikan tinggi. Selain itu, kompatibilitas OpenPLC dengan berbagai platform perangkat keras, seperti Arduino dan Raspberry Pi, membuka peluang integrasi dengan materi Internet of Things (IoT), sistem tertanam (*embedded system*), serta otomasi industri berbasis jaringan.

Secara keseluruhan, kegiatan ini menunjukkan bahwa OpenPLC merupakan alternatif yang efektif sebagai media praktikum Teknik Elektro. Selain meningkatkan pemahaman konseptual, penggunaan perangkat lunak *open source* mampu memperkuat keterampilan praktis mahasiswa, menumbuhkan kemandirian belajar, serta mendukung terciptanya proses pembelajaran yang lebih inovatif, ekonomis, dan sesuai dengan perkembangan teknologi otomasi industri.

Kesimpulan

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat melalui implementasi perangkat lunak *OpenPLC* berhasil meningkatkan kompetensi mahasiswa Teknik Elektro dalam bidang sistem kendali dan otomasi industri. Pelatihan yang mencakup instalasi, pemrograman *Ladder Diagram*, simulasi, dan implementasi pada Arduino Uno memberikan pengalaman praktis yang mendukung pemahaman konsep *Programmable Logic Controller* (PLC). Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan nilai rata-rata *post-test* dibandingkan *pre-test*, serta tingkat kepuasan peserta yang berada pada kategori sangat baik.

Temuan ini menunjukkan bahwa OpenPLC merupakan perangkat lunak *open source* yang efektif, ekonomis, legal, dan mudah diakses sebagai alternatif pendukung praktikum, terutama bagi institusi dengan keterbatasan perangkat PLC komersial. Selain meningkatkan keterampilan teknis, penggunaan OpenPLC mendorong kemandirian belajar mahasiswa karena dapat digunakan di luar laboratorium. Oleh karena itu, OpenPLC berpotensi diintegrasikan secara berkelanjutan ke dalam kegiatan praktikum Teknik Elektro untuk mendukung pembelajaran yang lebih inovatif, aplikatif, dan selaras dengan kebutuhan perkembangan teknologi otomasi industri.

Referensi

- Cai, R. (2025). *Transforming PLC Control Logic into FMUs Using OpenPLC: An Open Source Approach*.
- Erivianto, D., & Dani, A. (2024). PELATIHAN PENGGUNAAN PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) UNTUK MENINGKATKAN KOMPETENSI TEKNISI PADA PT.

PRIMA MULTI PERALATAN. *PEDAMAS (PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT)*, 2(03), 762–769. <https://pekatpkm.my.id/index.php/JP/article/view/309>

Koerniawan, Y., & Rinaldi, R. (2026). Open PLC: an Open Source Solution For Training Of Non Maintenance Staff. *Al-Khidmah Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(1), 287–292.

Kusuma, E. D., Nugroho, N. A., Suwastono, A., & Sumaryono, S. (2024a). Perbandingan Performa OpenPLC dengan PLC Komersial. *Journal of Applied Electrical Engineering*, 8(2), 125–131.

Kusuma, E. D., Nugroho, N. A., Suwastono, A., & Sumaryono, S. (2024b). Perbandingan Performa OpenPLC dengan PLC Komersial. *Journal of Applied Electrical Engineering*, 8(2), 125–131.

Moratelli, C. R., Schmitt, L. D. S., & Pitz, C. A. (2026). An Open-Source, Low-Cost PLC Framework With FBD-Based Graphical Programming. *IEEE Access*.

Roomi, M. M., Ong, W. S., Mashima, D., & Hussain, S. S. M. (2022). OpenPLC61850: An IEC 61850 MMS compatible open source PLC for smart grid research. *SoftwareX*, 17, 100917.

Srpak, D., Srpak, J., Sumiga, A., & Francic, F. (2025). Implementation of OpenPLC concept for cost-effective industrial automation. *SISY 2025 - IEEE 23rd International Symposium on Intelligent Systems and Informatics, Proceedings*, 171–176. <https://doi.org/10.1109/SISY67000.2025.11205361>

Zheng, C., Wang, X., Luo, X., Fang, C., & He, J. (2022). An OpenPLC-based Active Real-time Anomaly Detection Framework for Industrial Control Systems. *Proceedings - 2022 Chinese Automation Congress, CAC 2022, 2022-January*, 5899–5904. <https://doi.org/10.1109/CAC57257.2022.10055121>