

IMPLEMENTASI TRAINER PNEUMATIK BERBASIS PLC UNTUK SISWA SMK JURUSAN TEKNIK OTOMASI

Jauharotul Maknunah^{1*}, Karsid², Bobi Khoerun³

^{1,2,3}Jurusan Teknik, Politeknik Negeri Indramayu, Indonesia

jauharotul@polindra.ac.id

ABSTRAK

Abstrak: Perkembangan otomasi industri pada era Revolusi Industri 4.0 menuntut tenaga kerja dengan kompetensi aplikatif dalam pemrograman *Programmable Logic Controller* (PLC) dan sistem pneumatik. Dalam konteks pendidikan vokasi, pencapaian kompetensi tersebut sangat dipengaruhi oleh ketersediaan media pembelajaran praktik yang terintegrasi dan kontekstual. Namun, pembelajaran otomasi industri di tingkat Sekolah Menengah Kejuruan masih menghadapi keterbatasan media praktik yang mampu menghubungkan teori dan aplikasi secara utuh. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan trainer pneumatik berbasis PLC modular sebagai media pembelajaran praktik otomasi industri, serta mendampingi penggunaannya melalui pendekatan project-based learning. Metode pelaksanaan dilakukan secara partisipatif melalui tahapan identifikasi kebutuhan, perancangan dan pembuatan trainer, implementasi dan pendampingan, serta monitoring dan evaluasi. Evaluasi dilakukan menggunakan angket skala Likert untuk menilai kualitas alat, efektivitas pembelajaran, manfaat, serta kendala penggunaan. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa trainer yang dikembangkan memiliki kualitas fisik dan fungsional yang baik, dengan skor rata-rata aspek kualitas peralatan sebesar 4,10 (baik sekali), aspek pembelajaran 3,96 (baik), aspek manfaat 4,15 (baik sekali), serta aspek kendala dan pengembangan 3,97 (baik). Trainer terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan praktis, dan kepercayaan diri peserta didik dalam sistem otomasi industri.

Kata Kunci: Otomasi Industri; Sistem Kontrol Otomatis; Media Pembelajaran Praktik; Trainer Modular; Pendidikan Vokasi.

Abstract: The development of industrial automation in the era of Industry 4.0 requires a workforce with strong applied competencies in programmable control systems and industrial actuation technologies. In vocational education, the achievement of such competencies is highly dependent on the availability of integrated and contextual practical learning media. However, industrial automation learning at the vocational secondary level still faces limitations in practical training media that effectively bridge theoretical concepts and real-world applications. This community service program aimed to design and implement a modular PLC-based pneumatic trainer as a practical learning medium for industrial automation, accompanied by its application through a project-based learning approach. The implementation employed a participatory method consisting of needs identification, trainer design and fabrication, implementation and mentoring, as well as monitoring and evaluation. Evaluation was conducted using a Likert-scale questionnaire to assess equipment quality, learning effectiveness, perceived benefits, and usage constraints. The results indicate that the developed trainer demonstrated good physical and functional quality, with average scores of 4.10 for equipment quality (very good), 3.96 for learning effectiveness (good), 4.15 for learning benefits (very good), and 3.97 for constraints and development aspects (good). The trainer was proven effective in enhancing conceptual understanding, practical skills, and students' confidence in industrial automation systems. Therefore, the implementation of a PLC-based pneumatic trainer shows strong potential as an effective and sustainable practical learning medium to improve the quality of industrial automation education in vocational institutions.

Keywords: Industrial Automation; Automatic Control Systems; Practical Learning Media; Modular Trainer; Vocational Education.



Article History:

Received: 08-11-2025

Revised : 19-12-2025

Accepted: 22-12-2025

Online : 07-02-2026



*This is an open access article under the
CC-BY-SA license*

A. LATAR BELAKANG

Perkembangan industri manufaktur global menunjukkan pergeseran signifikan menuju sistem otomatisasi yang semakin kompleks dan terintegrasi. Teknologi seperti *Programmable Logic Controller* (PLC), sensor pintar, dan aktuator pneumatik telah menjadi komponen utama dalam berbagai proses produksi modern. Revolusi Industri 4.0 tidak hanya menekankan efisiensi dan produktivitas, tetapi juga menuntut kemampuan adaptasi tenaga kerja terhadap sistem kontrol otomatis yang berbasis digital dan siber-fisik. Laporan *World Economic Forum* (2023) menegaskan bahwa sebagian besar pekerjaan teknis di sektor industri manufaktur kini memerlukan penguasaan otomasi dan pemrograman mesin. Kondisi ini menunjukkan bahwa kompetensi otomasi industri, khususnya PLC dan sistem pneumatik, merupakan variabel kunci yang harus dikuasai oleh calon tenaga kerja di masa depan.

Dalam konteks pendidikan vokasi, kompetensi otomasi industri menjadi indikator penting keberhasilan proses pembelajaran. Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) sebagai penyedia utama tenaga kerja terampil dituntut untuk mampu membekali peserta didik dengan keterampilan praktis yang selaras dengan perkembangan teknologi industri (Haryanti et al., 2024). Pembelajaran otomasi industri idealnya tidak hanya menekankan penguasaan teori, tetapi juga kemampuan menerapkan konsep kontrol, pemrograman PLC, dan sistem pneumatik dalam situasi yang menyerupai kondisi industri nyata. Oleh karena itu, ketersediaan media pembelajaran praktik yang representatif, kontekstual, dan terintegrasi menjadi variabel penting dalam mendukung pencapaian kompetensi siswa SMK di bidang Teknik Otomasi Industri.

Media pembelajaran praktik berupa trainer pneumatik berbasis PLC merupakan salah satu instrumen strategis dalam pembelajaran otomasi industri. Trainer yang dirancang secara modular dan terintegrasi memungkinkan siswa memahami hubungan antara *input*, proses kontrol, dan *output* secara komprehensif. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan trainer berbasis PLC dapat meningkatkan pemahaman konsep logika kontrol, keterampilan pemrograman, serta kemampuan analisis dan pemecahan masalah siswa. Selain itu, pendekatan pembelajaran berbasis proyek yang didukung oleh trainer praktik terbukti mampu mendorong keterlibatan aktif siswa dan mengembangkan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) (Sukoco et al., 2023). Dengan demikian, keberadaan trainer pneumatik berbasis PLC menjadi variabel penting dalam peningkatan kualitas pembelajaran praktik otomasi industri.

Meskipun demikian, implementasi pembelajaran praktik otomasi industri di tingkat SMK masih menghadapi berbagai kendala. Salah satu permasalahan utama adalah keterbatasan media pembelajaran praktik yang terintegrasi antara sistem pneumatik dan PLC. Pembelajaran sering kali dilakukan secara terpisah antara teori dan praktik, sehingga siswa kesulitan

mengaitkan konsep yang dipelajari dengan aplikasi nyata (Arif et al., 2022). Selain itu, keterbatasan jumlah peralatan praktik menyebabkan kesempatan siswa untuk melakukan eksplorasi dan latihan mandiri menjadi terbatas. Kondisi ini berdampak pada rendahnya intensitas pengalaman praktik siswa, padahal kompetensi otomasi industri menuntut penguasaan keterampilan aplikatif yang diperoleh melalui latihan berulang dan kontekstual.

Berbagai hasil penelitian dan kegiatan pengabdian kepada masyarakat sebelumnya telah menegaskan urgensi pengembangan media pembelajaran interaktif berbasis trainer pneumatik dan PLC di lingkungan pendidikan vokasi (Yasa et al., 2021). Penggunaan trainer modular berbasis PLC dilaporkan mampu meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep input-output, logika kendali, dan simulasi proses industri. Selain itu, media pembelajaran berbasis proyek terbukti efektif dalam meningkatkan motivasi belajar, kemandirian, serta kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa di bidang teknik kontrol (Panjaitan et al., 2020; Saputra et al., 2022). Integrasi sistem pneumatik dan PLC dalam satu platform pembelajaran juga dinilai mampu menghadirkan simulasi lingkungan industri yang lebih realistik dan relevan dengan kebutuhan Dunia Usaha dan Dunia Industri (DUDI)(Anditha & YM, 2017).

Dari perspektif kebijakan nasional, penguatan pembelajaran praktik otomasi industri sejalan dengan arah revitalisasi pendidikan vokasi di Indonesia. Peraturan Presiden Nomor 68 Tahun 2022 menekankan pentingnya sinergi antara perguruan tinggi, pendidikan menengah kejuruan, dan industri dalam menciptakan keselarasan kompetensi lulusan dengan kebutuhan pasar kerja. Selain itu, kebijakan Kemendikbudristek Kemendikbudristek (2023) menegaskan bahwa pembelajaran vokasi harus berbasis proyek riil dan teknologi industri 4.0, termasuk sistem kontrol otomatis berbasis PLC dan pneumatik. Kebijakan ini memperkuat kebutuhan akan inovasi media pembelajaran praktik yang relevan, adaptif, dan berorientasi pada kompetensi kerja nyata (Arpin et al., n.d.; Maknunah et al., 2023).

Berdasarkan permasalahan, kajian empiris, dan kebijakan tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan trainer pneumatik berbasis PLC modular sebagai media pembelajaran praktik otomasi industri di SMK. Kegiatan ini difokuskan pada penyediaan trainer yang terintegrasi dengan modul pembelajaran berbasis project-based learning serta pelatihan dan pendampingan penggunaannya dalam proses pembelajaran. Tujuan utama dari kegiatan ini adalah meningkatkan kualitas pembelajaran praktik otomasi industri melalui penyediaan media pembelajaran yang sesuai dengan tuntutan teknologi industri 4.0 dan kebutuhan pendidikan vokasi.

B. METODE PELAKSANAAN

Mitra kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah sebuah Sekolah Menengah Kejuruan negeri dengan Program Keahlian Teknik Elektronika, khususnya Konsentrasi Keahlian Teknik Otomasi Industri (TOI). Peserta kegiatan terdiri atas 4 orang guru produktif TOI dan 20 orang siswa kelas XI dan XII TOI yang secara langsung terlibat dalam proses perancangan, praktik, serta penggunaan trainer pneumatik berbasis PLC. Pihak sekolah berperan sebagai mitra aktif dengan menyediakan fasilitas laboratorium praktik dan mendukung pelaksanaan kegiatan sebagai bagian dari peningkatan mutu pembelajaran vokasi.

Metode pelaksanaan kegiatan dirancang menggunakan pendekatan partisipatif dan berbasis praktik, di mana guru dan siswa tidak hanya berperan sebagai peserta pelatihan, tetapi juga terlibat langsung dalam proses perancangan, perakitan, dan implementasi trainer. Pendekatan ini dipadukan dengan *Project-Based Learning* (PBL) untuk memastikan bahwa proses pembelajaran selaras dengan kebutuhan kompetensi otomasi industri dan kurikulum SMK. Kegiatan dilaksanakan melalui tahapan pra-pelaksanaan, pelaksanaan, serta monitoring dan evaluasi (Fatwasauri et al., 2025).

Tahap pra-pelaksanaan diawali dengan kegiatan identifikasi kebutuhan mitra, yang dilakukan melalui diskusi terarah dan wawancara dengan guru pengampu mata pelajaran terkait. Tahap ini bertujuan untuk memetakan kondisi sarana praktik yang tersedia, kompetensi yang dibutuhkan siswa, serta kesesuaian media pembelajaran dengan kurikulum. Berdasarkan hasil identifikasi tersebut, tim PKM melakukan perancangan trainer pneumatik berbasis PLC, meliputi penyusunan desain sistem, skema kendali pneumatik–PLC, serta penentuan spesifikasi komponen yang akan digunakan agar sesuai dengan tingkat kompetensi siswa.

Tahap pelaksanaan meliputi pengadaan dan pembuatan fisik trainer, perakitan rangka dan modul, instalasi komponen pneumatik, *wiring* PLC, serta pemrograman awal. Proses ini dilakukan secara kolaboratif antara tim PKM dengan guru dan siswa untuk memberikan pengalaman belajar langsung. Setelah perakitan selesai, dilakukan uji fungsi dan kalibrasi trainer guna memastikan seluruh komponen bekerja sesuai desain dan aman digunakan untuk berbagai variasi praktikum. Tahap selanjutnya adalah serah terima dan pendampingan, yang dilaksanakan dalam bentuk workshop dan praktik langsung, mencakup pengenalan komponen, perancangan rangkaian pneumatik, penyusunan *ladder* diagram PLC, serta pengujian sistem otomasi sederhana.

Monitoring dan evaluasi dilakukan secara formatif dan sumatif. Evaluasi formatif dilaksanakan selama kegiatan berlangsung melalui observasi langsung terhadap keterlibatan peserta dan wawancara singkat dengan guru dan siswa untuk mengidentifikasi kendala awal. Evaluasi sumatif dilakukan setelah kegiatan melalui angket tertutup berbasis skala Likert yang

diberikan kepada guru dan siswa. Instrumen evaluasi mencakup aspek kualitas alat, efektivitas pembelajaran, manfaat pembelajaran, kendala penggunaan, serta harapan pengembangan. Tujuan evaluasi adalah untuk menilai efektivitas trainer sebagai media pembelajaran praktik dan mengukur tingkat penerimaan pengguna. Data hasil angket dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk memperoleh nilai rata-rata setiap aspek, yang selanjutnya digunakan sebagai dasar perbaikan dan pengembangan trainer pada tahap lanjutan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menghasilkan beberapa luaran utama yang disusun dan dibahas secara sistematis berdasarkan tiga tahapan kegiatan, yaitu tahap pra-pelaksanaan, tahap pelaksanaan, serta tahap evaluasi.

1. Tahap Pra-Pelaksanaan: Identifikasi Kebutuhan dan Perancangan Trainer

Tahap pra-pelaksanaan diawali dengan kegiatan identifikasi kebutuhan mitra yang dilakukan melalui wawancara dan diskusi terarah bersama guru produktif dan pihak manajemen sekolah pada Program Keahlian Teknik Elektronika, Konsentrasi Teknik Otomasi Industri (TOI). Kegiatan ini bertujuan untuk memetakan kondisi sarana praktik yang tersedia, metode pembelajaran yang diterapkan, serta kesenjangan antara kompetensi yang ditargetkan kurikulum dengan fasilitas praktik yang dimiliki sekolah (Bawano et al., 2025).

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa pembelajaran sistem pneumatik dan PLC masih dilakukan secara terpisah, sehingga siswa mengalami keterbatasan dalam memahami integrasi sistem otomasi industri secara utuh. Berdasarkan temuan tersebut, tim PKM menyusun rancangan trainer pneumatik berbasis PLC yang disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran SMK dan tingkat kompetensi siswa. Luaran tahap ini berupa desain trainer, tata letak modul, serta daftar spesifikasi komponen utama yang digunakan. Desain trainer dirancang dengan mempertimbangkan aspek ergonomi dan fleksibilitas pembelajaran. Tinggi rak disesuaikan dengan postur siswa SMK, dengan pembagian modul dalam beberapa baris agar mudah dijangkau. Modul bersifat bongkar-pasang sehingga memungkinkan variasi konfigurasi praktikum sesuai capaian pembelajaran setiap pertemuan.

2. Tahap Pelaksanaan: Pembuatan, Implementasi, dan Pendampingan

Tahap pelaksanaan meliputi proses pembuatan fisik trainer, perakitan sistem, serta implementasi langsung dalam kegiatan pembelajaran (Amiruddin et al., 2023). Proses diawali dengan pengadaan komponen dan fabrikasi rangka, dilanjutkan dengan pemasangan panel kontrol, instalasi komponen pneumatik, wiring PLC, dan pemrograman dasar. Kegiatan ini dilakukan secara kolaboratif antara tim PKM (dosen dan mahasiswa) dengan

guru serta siswa, sehingga sekaligus menjadi media pembelajaran berbasis praktik nyata seperti yang ditunjukkan melalui Gambar 1.



Gambar 1. Proses perakitan trainer pneumatik berbasis PLC

Setelah perakitan selesai, dilakukan uji fungsi dan kalibrasi untuk memastikan seluruh komponen bekerja sesuai dengan rancangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa trainer mampu menjalankan beberapa skenario otomasi industri sederhana, seperti kontrol urutan kerja silinder dan simulasi proses otomatis berbasis PLC, sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran praktik.

Pada tahap ini juga dilaksanakan kegiatan serah terima Sifa et al. (2021) dan pendampingan penggunaan trainer kepada guru dan siswa seperti yang ditunjukkan melalui Gambar 2. Pendampingan dilakukan melalui *workshop* dan praktik langsung yang mencakup pengenalan komponen, penyusunan rangkaian pneumatik, pemrograman *ladder* diagram PLC, serta pengujian sistem (Hamzah et al., 2023). Dokumentasi kegiatan pada tahap pelaksanaan disajikan melalui dua gambar utama yang mewakili proses perakitan dan pendampingan penggunaan trainer di laboratorium praktik.



Gambar 2. Kegiatan: (a) Serah Terima dan (b) Pendampingan

4. Tahap Evaluasi: Monitoring, Analisis Dampak, dan Kendala

Tahap evaluasi dilakukan setelah trainer diimplementasikan dalam kegiatan pembelajaran praktik. Evaluasi bertujuan untuk menilai kualitas alat, efektivitas pembelajaran, manfaat yang dirasakan peserta, serta kendala dan potensi pengembangan. Evaluasi dilakukan melalui survei menggunakan angket skala Likert 1–5 yang diisi oleh 20 siswa kelas XII TOI

yang telah mengikuti praktik menggunakan trainer. Hasil evaluasi disarankan disajikan dalam bentuk tabel atau grafik agar memberikan gambaran objektif terhadap dampak kegiatan. Ringkasan hasil evaluasi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Evaluasi Penggunaan Trainer Pneumatik Berbasis PLC

| Aspek Evaluasi | Indikator Utama | Rata-Rata Skor | Interpretasi |
|------------------------|---|----------------|--------------|
| Kualitas Peralatan | Kualitas fisik, kerapian panel, keandalan fungsi | 4,10 | Baik Sekali |
| Pembelajaran | Pemahaman konsep, efektivitas PLC, partisipasi siswa | 3,96 | Baik |
| Manfaat | Peningkatan keterampilan, kepercayaan diri, keterkaitan teori-praktik | 4,15 | Baik Sekali |
| Kendala & Pengembangan | Jumlah alat, variasi modul, keberlanjutan | 3,97 | Baik |

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa trainer dinilai memiliki kualitas fisik dan fungsi yang baik serta memberikan manfaat signifikan terhadap peningkatan keterampilan dan kepercayaan diri siswa. Trainer juga efektif dalam membantu visualisasi konsep otomasi industri. Meskipun demikian, masih ditemukan beberapa kendala, antara lain keterbatasan jumlah unit trainer, kebutuhan peningkatan variasi modul praktikum, serta perlunya pendampingan lanjutan dalam pemrograman PLC dan *troubleshooting* sistem.

Berdasarkan hasil evaluasi tersebut, pengembangan lanjutan diarahkan pada penambahan unit trainer, pengayaan modul pembelajaran berbasis kasus industri, serta peningkatan kompetensi guru dan siswa melalui pelatihan berkelanjutan. Dengan demikian, trainer pneumatik berbasis PLC berpotensi menjadi media pembelajaran praktik yang berkelanjutan dan selaras dengan kebutuhan dunia industri.

5. Kendala yang Dihadapi

Berdasarkan hasil monitoring dan evaluasi, penggunaan trainer pneumatik berbasis PLC di SMKN 1 Sindang secara umum dinilai baik dalam aspek kualitas dan manfaat pembelajaran. Namun, ditemukan beberapa kendala teknis seperti kebocoran udara pada sambungan, *error* pada PLC saat pemrograman, serta kesulitan wiring antar komponen. Hal ini menunjukkan perlunya peningkatan keterampilan teknis siswa dan guru dalam perakitan serta *troubleshooting* sistem otomasi.

Selain itu, keterbatasan jumlah trainer menjadi hambatan dalam efektivitas praktik, karena satu alat digunakan oleh banyak siswa sehingga waktu interaksi individu terbatas. Kondisi ini berdampak pada berkurangnya pengalaman langsung dalam mengoperasikan sistem

pneumatik dan PLC. Beberapa responden juga menyoroti kurangnya variasi modul latihan, sehingga eksplorasi terhadap aplikasi otomasi industri masih terbatas.

Untuk mengatasi hal tersebut, disarankan dilakukan pelatihan lanjutan bagi guru dan siswa, penambahan unit trainer melalui kemitraan industri, serta pengembangan modul pembelajaran tambahan yang lebih variatif dan aplikatif. Selain itu, penerapan strategi pembelajaran bertahap dan penyediaan panduan visual atau simulasi komputer dapat membantu meningkatkan pemahaman konsep serta keterampilan siswa dalam sistem kontrol berbasis PLC.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini telah berhasil dilaksanakan melalui empat tahapan utama, yaitu identifikasi kebutuhan dan perancangan trainer, pembuatan dan perakitan fisik trainer, implementasi serta pendampingan penggunaan di kelas, dan evaluasi efektivitas pembelajaran. Pada tahap perancangan, trainer pneumatik berbasis PLC dirancang secara modular dan ergonomis agar sesuai dengan karakteristik pembelajaran SMK. Tahap perakitan dan pengujian menunjukkan bahwa integrasi komponen pneumatik, sistem kontrol PLC, serta panel kendali dapat berfungsi sesuai dengan rancangan dan mendukung simulasi otomasi industri sederhana. Hasil evaluasi kuantitatif memperkuat efektivitas kegiatan ini. Aspek kualitas peralatan memperoleh skor rata-rata 4,10 (kategori baik sekali), aspek pembelajaran sebesar 3,96 (baik), aspek manfaat sebesar 4,15 (baik sekali), serta aspek kendala dan pengembangan sebesar 3,97 (baik). Temuan ini menunjukkan bahwa trainer tidak hanya memiliki kualitas fisik dan fungsional yang baik, tetapi juga efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan praktis, serta kepercayaan diri siswa dalam bidang otomasi industri. Secara keseluruhan, kegiatan ini membuktikan bahwa implementasi trainer pneumatik berbasis PLC mampu meningkatkan mutu pembelajaran praktik, mendukung penerapan pembelajaran berbasis proyek, serta memperkuat kolaborasi antara perguruan tinggi dan SMK. Dengan demikian, kegiatan PKM ini sejalan dengan arah kebijakan revitalisasi pendidikan vokasi dan kebutuhan kompetensi otomasi industri.

Berdasarkan kendala yang ditemukan selama evaluasi, disarankan agar dilakukan pelatihan lanjutan yang lebih terfokus pada pemrograman PLC tingkat menengah, troubleshooting kesalahan wiring, serta penanganan kebocoran sistem pneumatik. Pelatihan ini diharapkan dapat meningkatkan kemandirian guru dan siswa dalam mengoperasikan serta memelihara trainer secara optimal. Selain itu, keterbatasan jumlah unit trainer yang digunakan secara bergantian oleh banyak siswa perlu ditindaklanjuti melalui penambahan unit trainer secara bertahap, baik melalui dukungan sekolah maupun kemitraan dengan industri. Penambahan unit ini akan

meningkatkan intensitas praktik individu dan efektivitas pembelajaran. Pengembangan selanjutnya juga diarahkan pada penambahan variasi modul praktikum yang spesifik, seperti modul sistem sekuensial multi-silinder, interlock keselamatan, dan simulasi proses industri sederhana. Modul-modul tersebut dapat dipadukan dengan panduan praktikum terstruktur atau simulasi perangkat lunak sebagai pendukung, sehingga trainer dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan dan semakin relevan dengan kebutuhan dunia industri.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M), Politeknik Negeri Indramayu yang telah mendanai kegiatan pengabdian ini sehingga terlaksana dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Amiruddin, Idris, M. M., S, M. H., & Wahyudi. (2023). Pelatihan Trainer Pembelajaran Elektro Pneumatik Berbasis Mikrokontroler di SMK. *Seminar Nasional Hasil Pengabdian 2022, April*, 803–810.
- Anditha, F. I., & YM, T. K. W. (2017). Holder Mechanism Pada Sheet Metal Shearing Machine Design And Simulation Of Electro Pneumatic Holder Mechanism On Sheet Metal Shearing Machine lain “ Perancangan Simulasi Sistem Pergerakan Controller Modulle untuk Rancangan Mesin Holder Mechanism pada She. *PROFISIENSI*, 5(1), 51–60.
- Arif, R. A., Purwanto, K. K., Maknunah, J., Siser, D., Laren, K., & Lamongan, K. (2022). Bimbingan Belajar Mahir Berbahasa Inggris untuk Anak-Anak Usia Sekolah Dasar Melalui Vocabulary Building dan Speaking. *Jurnal Masyarakat Mandiri (JMM)*, 6(2), 1296–1305. <https://doi.org/https://doi.org/10.31764/jmm.v6i2.7180>
- Arpin, R. M., Fahmi, I., & Mige, G. E. S. (n.d.). Pembuatan Trainer Kit Elektronika Digital Pada Mata Kuliah Praktikum Dasar Sistem Digital. *Jurnal Spektro*, 7(2), 16–23.
- Bawano, F., Polii, I. F. Y., & Suma, R. F. (2025). Perancangan Trainer Kit Pneumatik Tiga Silinder Berbasis PLC dan HMI di Laboratorium Mekatronika Politeknik Negeri Manado. *Jurnal Masina Nipake*, 5(1), 84–97.
- Fatwasauri, I., Fitriyanto, I., Maknunah, J., Pahlevi, R., & Fazri, D. M. (2025). Implementasi Sistem Aerator Menggunakan Kincir Berbasis Panel Surya Pada Empang Udang. *ADMA: Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, 5(2), 455â-462.
- Hamzah, K., Gamayel, A., Zaenudin, M., Saleh, Y., & Hidayat, N. (2023). Perancangan Sistem Pneumatik Plc Trainer Berbasis Pemrograman Software Festo Fluidsim 3.6. *Science Journal of Mechanical Engineering (SJME KINEMATIKA)*, 8(2), 140–148. <https://doi.org/10.20527/sjmekinematika.v8i2.259>
- Haryanti, T., Maknunah, J., & Karsid, K. (2024). Implementasi Alat Monitoring Kualitas Air Berbasis IoT Pada Tambak Udang Di Desa Pangkalan Kabupaten Indramayu. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*, 5(4), 6479–6485.
- Maknunah, J., Amri, F., Karsid, Fitriyanto, I., Haryanti, T., Fatwasauri, I., Jaelani, S. N., & Purwanto, K. K. (2023). Implementasi Standard Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Di Bengkel Teknik Dan Bisnis Sepeda Motor Smk Yapin Kertasemaya. *Jurnal Masyarakat Mandiri (JMM)*, 7(6), 5727–5736.

- Panjaitan, J., Simangunsong, I. T., & Sihombing, H. B. M. (2020). Penerapan Project Based Learning (PjBL) Berbasis Hots Untuk Menciptakan Media Pembelajaran Yang Inovatif. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(2), 79–90.
- Report, I. (2023). *Future of Jobs Report INSIGHT REPORT 2023 Word Economic Forum*.
- Saputra, M., Ariefin, & AK, Z. (2022). Rancang Bangun Sistem Elektro Pneumatik Pada Mesin Press Briket. *Jurnal Mesin Sains Terapan*, 6(2), 97–103.
- Sifa, A., Hendrawan, T., Haris, E., Mesin, T., Indramayu, P. N., Kunci, K., Pneumatik, E., Belajar, M., & R, A. U. N. O. (2021). Rancang Bangun Trainer Elektro Pneumatik Low Cost Berbasis Microcontroller (Arduino) untuk Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). *12th Industrial Research Workshop and National Seminar (IRWNS)*, 320–323.
- Sukoco, I., Setiadi, R., & Gendroyono, R. A. K. M. (2023). Rancang Bangun Media Sistem Otomasi Berbasis PLC. *JMEL: Journal of Mechanical Engineering Learning*, 12(2), 58-64.
- Yasa, I. P. O. K., Arsa, I. P. S., & Santiyadnya, I. N. (2021). Pengembangan Trainer Pengaplikasian Programmable Logic Controller (PLC) Sebagai Sistem Kontrol Traffic Light 4 Jalur Portable Untuk Siswa SMK. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, 10(3), 118-130.