



DIGILOGIC: Inovasi Trainer Logika Digital Berbasis PLC Outseal Menggunakan Software Outseal Studio pada Mata Kuliah Teknik Digital

Ano Jastin Sinaga^{1*}, Muhammad Aulia Rahman², Syaifullah³, Rivan Permana Putra Simatupang⁴

¹⁻⁴Universitas Negeri Medan

Alamat: Jl. Willem Iskandar Pasar V, Medan Estate, Percut Sei Tuan, Deli Serdang, Sumatera Utara 20221

E-mail: anojastin.5231131004@mhs.unimed.ac.id, marsembiring@unimed.ac.id, syaifullahzhar@gmail.com, rivansmtpg.5233131026@mhs.unimed.ac.id

*Korespondensi penulis: anojastin.5231131004@mhs.unimed.ac.id

Abstract. *Mastery of digital logic concepts is a fundamental competency for electrical engineering education students. However, the limited availability of commercial laboratory hardware trainers has caused learning in the Digital Techniques course to be dominantly theoretical and software-simulated. This gap makes it difficult for students to understand physical wiring, input-output (I/O) identification, and troubleshooting procedures. This study aims to design, develop, and test the functional validity of DIGILOGIC, an open-source PLC Outseal-based digital logic trainer kit programmed via Outseal Studio software. The research method applied is Research and Development (R&D) using the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation), reported up to the development phase. The results demonstrated 100% physical completion of the trainer hardware, which integrates an Outseal Mega V.3 PLC, NO/NC push buttons, pilot lamps, a digital DC voltmeter, and industrial banana jack terminals on a custom acrylic panel. In addition, an 85% drafted practical jobsheet covering fundamental gates, self-holding circuits, timers, and counters was established. Internal laboratory testing proved that the hardware exhibits 100% accuracy in Boolean logic response and high voltage stability. DIGILOGIC serves as an economical, reproducible, and effective practical instructional media.*

Keywords: ADDIE Model; DIGILOGIC; Digital Logic; Outseal Studio; PLC Outseal.

Abstrak. Penguasaan konsep gerbang logika merupakan kompetensi fundamental bagi mahasiswa kependidikan teknik elektro. Namun, keterbatasan fasilitas perangkat keras trainer di laboratorium menyebabkan pembelajaran mata kuliah Teknik Digital dominan berlangsung secara teoretis dan simulatif. Kesenjangan tersebut mengakibatkan mahasiswa kesulitan memahami aspek pengkabelan fisik (*wiring*), identifikasi terminal input-output (I/O), dan prosedur pelacakan kesalahan (*troubleshooting*). Penelitian ini bertujuan untuk merancang, mengembangkan, dan menguji kelayakan fungsional trainer DIGILOGIC berbasis PLC Outseal menggunakan software Outseal Studio sebagai media praktikum interaktif. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) yang dibatasi hingga tahap *Development*. Hasil penelitian menunjukkan keberhasilan perakitan fisik perangkat keras hingga 100%, yang memadukan modul PLC Outseal Mega V.3 Standar PP, tombol tekan NO/NC, lampu indikator *pilot lamp*, modul pengukur tegangan digital, serta terminal *jack banana* pada panel akrilik custom. Draf *jobsheet* praktikum berjenjang 4 level eksperimen telah selesai disusun mencapai 85%. Pengujian laboratorium membuktikan alat bekerja stabil dengan akurasi respon logika Boolean mencapai 100%. DIGILOGIC menjadi media pembelajaran terapan yang ekonomis, aplikatif, dan mudah direplikasi.

Kata kunci: DIGILOGIC; Logika Digital; Model ADDIE; Outseal Studio; PLC Outseal.

1. LATAR BELAKANG

Pemahaman konsep logika digital merupakan kompetensi fundamental yang wajib dikuasai oleh mahasiswa pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan. Kompetensi ini menjadi landasan utama bagi mahasiswa dalam memahami arsitektur komputer modern, teknologi instrumentasi sensor, hingga sistem kontrol otomasi industri tingkat lanjut (Puspitasari & Mayrohmah, 2023; Maulana et al., 2025). Dalam menempuh mata kuliah Teknik Digital, mahasiswa tidak hanya dituntut mahir dalam menyusun persamaan aljabar Boolean di atas kertas, tetapi juga harus memiliki keterampilan prosedural

fungsional, seperti melakukan pengkabelan (*wiring*) fisik rangkaian gerbang logika dasar, melakukan pelacakan gangguan (*troubleshooting*), serta mengidentifikasi terminal input dan output (I/O) pada suatu panel kendali secara langsung (Lahagu & Arif, 2025; Kaleka, et al., 2023). Pemanfaatan media trainer praktikum terbukti efektif memperkuat pemahaman konsep teoretis sekaligus meningkatkan keterampilan teknis mahasiswa teknik (Kurniawan, et al., 2021; Huda et al., 2026).

Kondisi riil di laboratorium saat ini menunjukkan adanya kesenjangan yang cukup signifikan dalam pemenuhan sarana praktikum perangkat keras (Legoh, Tumangkeng, Tumimomor, Londa, & Rampengan, 2026). Keterbatasan kuantitas perangkat keras trainer logika digital komersial menjadi kendala utama dalam proses perkuliahan akibat tingginya biaya pengadaan modul impor komersial di pasaran (Putri, Gani, & Mappalotteng, 2025). Kondisi tersebut berdampak langsung pada rendahnya intensitas praktik mandiri mahasiswa dan terbatasnya ruang untuk melakukan latihan pelacakan gangguan (*troubleshooting*). Akibatnya, proses pembelajaran sering kali dialihkan secara dominan ke ranah teoretis atau sekadar memanfaatkan simulasi perangkat lunak komputer sebagai alternatif (Syahid, Istiqomah, & Azwary, 2024; Dama et al., 2026).

Pembelajaran yang terlalu bergantung pada simulasi perangkat lunak sering kali membuat mahasiswa mengalami kendala teknis dan kegagalan adaptasi ketika dihadapkan langsung dengan perangkat keras nyata di lapangan (Mugono & Musyhar, 2021). Mahasiswa menjadi tidak terbiasa dengan karakteristik fisik komponen, sensitivitas koneksi pengkabelan, serta prosedur penanganan eror instalasi panel kendali yang sesungguhnya (Lafayette & Dewi, 2024). Oleh karena itu, diperlukan sebuah terobosan berupa media pembelajaran praktikum alternatif yang ekonomis, mudah direplikasi (*reproducible*), namun tetap mampu menghadirkan pengalaman laboratorium secara terstruktur, nyata, dan interaktif (Gea, Rahardjo, & Nugraha, 2023; Putri et al., 2026).

Penelitian ini menghadirkan inovasi media trainer praktikum bernama DIGILOGIC, yaitu trainer logika digital yang memanfaatkan keunggulan instruksional dari *Programmable Logic Controller* (PLC) Outseal Mega V.3 Standar PP yang diintegrasikan dengan perangkat lunak Outseal Studio. Pendekatan ini dirancang untuk menjembatani teori aljabar Boolean dengan sistem kendali nyata melalui diagram tangga (*ladder diagram*). Tujuan dari penelitian ini adalah merancang bangun perangkat keras trainer DIGILOGIC yang aman dan ergonomis, menyusun draf *jobsheet* praktikum bertingkat, serta menguji tingkat kelayakan fungsional elektrik alat di laboratorium.

2. KAJIAN TEORITIS

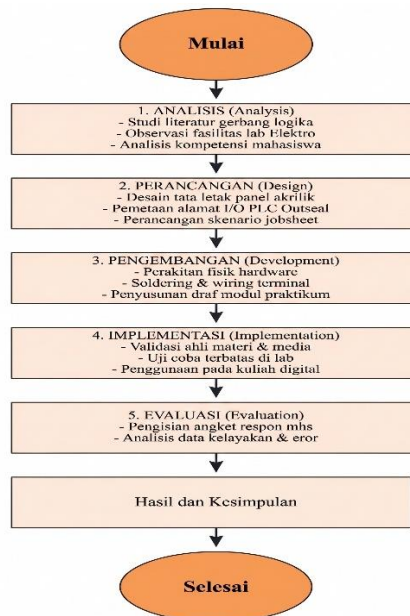
Sistem digital bekerja berdasarkan prinsip nilai diskrit biner yang merepresentasikan dua kondisi logika, yaitu "1" (*High*) dan "0" (*Low*) melalui kaidah aljabar Boolean (Puspitasari & Mayrohmah, 2023). Dalam pembelajaran teknik digital, visualisasi gerbang logika dasar (AND, OR, NOT) maupun kombinasi (NAND, NOR) konvensional umumnya menggunakan IC TTL seri 74XX pada *breadboard* (Kaleka, et al., 2023). Namun, metode tersebut rentan terhadap kerusakan mekanis pin IC dan kegagalan kontak jumper (Lahagu & Arif, 2025; Yusup et al., 2025).

Programmable Logic Controller (PLC) merupakan sistem kendali berbasis mikroprosesor yang membaca sinyal input digital, mengeksekusi instruksi logika pada memori, dan mengaktifkan output digital secara sekuensial (Kurniawan, et al., 2021). PLC Outseal merupakan modul kontroler open-source berbasis mikrokontroler Atmega yang dilengkapi isolasi proteksi optokopler industri pada terminal I/O-nya, menjadikannya andal dan ekonomis untuk laboratorium pendidikan (Gea, Rahardjo, & Nugraha, 2023). Bahasa diagram tangga (*ladder diagram*) pada software Outseal Studio mengadopsi simbol kontak NO/NC dan *Coil*, di mana kontak seri merepresentasikan fungsi logika AND dan kontak paralel merepresentasikan fungsi logika OR (Lafayette & Dewi, 2024; Arini & Syahputra, 2024).

Media trainer kit mandiri memegang peranan krusial dalam pembelajaran teknik kejuruan (*experiential learning*) karena mampu disesuaikan secara presisi dengan Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) (Putri, Gani, & Mappalotteng, 2025; Mugono & Musyahar, 2021). Integrasi terminal *jack banana* dan *push button* NO/NC pada panel akrilik mandiri menciptakan standarisasi prosedur *wiring* dan *troubleshooting* menyerupai panel kontrol industri nyata (Syahid, Istiqomah, & Azwary, 2024).

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian terapan (*applied research*) yang menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan mengadopsi model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) (Syahid, Istiqomah, & Azwary, 2024). Pada laporan ini, pelaksanaan riset difokuskan hingga tahap *Development* (Pengembangan). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Instalasi Listrik & Jaringan, Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian DIGILOGIC Model ADDIE
Sumber: Penulis (2026)

Subjek coba dalam penelitian ini ditentukan secara purposive sampling, yaitu mahasiswa aktif semester 2 Pendidikan Teknik Elektro FT UNIMED yang sedang menempuh mata kuliah Teknik Digital sebagai pengguna akhir (*end-user*). Instrumen pengumpulan data meliputi: 1) Lembar pengujian teknis laboratorium untuk menguji kestabilan voltase catu daya DC dan ketepatan respon output biner terhadap variasi logika input. 2) Lembar validasi ahli (materi dan media) berskala Likert 1–5 untuk menguji kesesuaian kurikulum dan keselamatan tata letak elektrik. 3) Angket respon mahasiswa berskala Likert 1–5 untuk mengukur tingkat kepraktisan media.

Analisis data dilakukan menggunakan teknik statistik deskriptif persentase dengan persamaan:

$$P = \frac{X}{Y} \times 100\% \dots \dots \dots (ii)$$

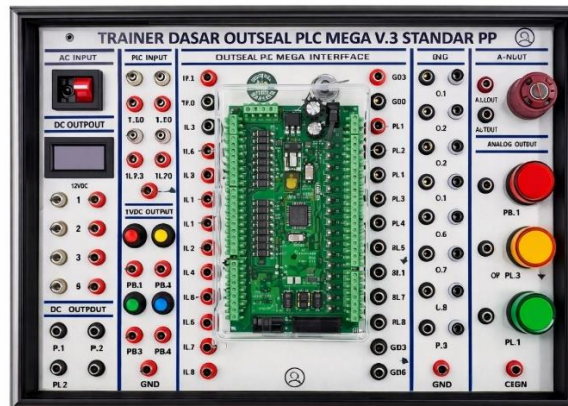
Keterangan: P merupakan persentase kelayakan/kepraktisan, X adalah total skor empiris pengujian, dan Y adalah total skor maksimum ideal. Kategori kelayakan dikelompokkan menjadi: 81%–100% (Sangat Layak/Praktis), 61%–80% (Layak/Praktis), 41%–60% (Cukup Layak), dan <41% (Tidak Layak).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengembangan Perangkat Keras Trainer DIGILOGIC

Tahap perancangan dan pengembangan telah berhasil merealisasikan fisik perangkat keras (*hardware*) trainer DIGILOGIC hingga 100%. Panel trainer dibuat menggunakan material akrilik putih kokoh dengan dimensi ergonomis dan dibingkai aluminium hitam. Modul PLC Outseal Mega V.3 Standar PP ditempatkan pada zona tengah panel dengan pelindung

casing transparan. Pada panel terpasang sakelar catu daya AC, penyearah DC terisolasi, voltmeter digital pemantau tegangan, 3 unit tombol tekan (Push Button PB.1, PB.2, PB.3), deretan lampu indikator *pilot lamp* (PL.1, PL.2), serta soket terminal *jack banana* merah-hitam.



Gambar 2. Prototipe Fisik Trainer Logika Digital DIGILOGIC Berbasis PLC Outseal
Sumber : Dokumentasi Pribadi Peneliti (2026)

Konfigurasi pengkabelan sirkuit internal dan alamat registrasi instruksi terminal I/O PLC pada panel disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Alamat Terminal I/O Hardware DIGILOGIC

Jenis Kontrol	Instrumen	Kode Panel	Label	Alamat PLC	Registrasi	Fungsi Operasional pada Praktikum
Push Button (Merah)	1	PB.1		IP.1		Sakelar Masukan Logika <i>Normally Open</i> (NO)
Push Button (Kuning)	2	PB.2		IP.2		Sakelar Masukan Logika <i>Normally Open</i> (NO)
Push Button 3 (Hijau)		PB.3		IP.3		Sakelar Masukan Logika <i>Normally Closed</i> (NC)
<i>Pilot lamp</i> 1 (Merah)		PL.1		OUT.1		Indikator Visual Keluaran Logika Gerbang/Sistem
<i>Pilot lamp</i> 2 (Kuning)	2	PL.2		OUT.2		Indikator Visual Status Aktif <i>Timer / Counter</i>
Terminal Grounding		GND		GND		Titik Referensi Negatif Catu Daya Terpusat

Sumber: Data Penelitian DIGILOGIC (2026)

Hasil Penyusunan Modul dan *Jobsheet* Praktikum

Pengembangan draf modul panduan dan lembar kerja (*jobsheet*) mahasiswa telah mencapai ketercapaian 85% (*fase drafting*). *Jobsheet* disusun bertingkat memuat 4 skenario eksperimen: 1) Eksperimen 1: Pembuktian gerbang logika dasar (AND, OR, NOT) menggunakan kontak diagram tangga Outseal Studio dan pembuktian respon fisik *pilot lamp*. 2) Eksperimen 2: Implementasi gerbang logika kombinasi (NAND, NOR). 3) Eksperimen 3: Perancangan rangkaian pengunci otomatis (self-holding circuit). 4) Eksperimen 4: Pengaplikasian instruksi pengatur waktu (*timer*) dan pencacah (*counter*) PLC pada simulasi sistem otomasi industri sederhana.

Pengujian Fungsionalitas Laboratorium dan Pembahasan

Pengujian teknis laboratorium menunjukkan catu daya DC stabil pada rating kerja 24V dan 12V tanpa terjadi *voltage drop* yang mengganggu sirkuit mikro. Pengujian verifikasi logika diagram tangga membuktikan bahwa korelasi penekanan tombol *push button* terhadap status aktif lampu indikator *pilot lamp* memiliki tingkat ketepatan respon sebesar 100% sesuai tabel kebenaran logika Boolean (Tabel 2).

Tabel 2. Matriks Ketercapaian Parameter Unjuk Kerja Teknis Trainer

No	Parameter Teknis	Unjuk Kerja	Target Proposal	Capaian Sementara	Status Progres
1	Fungsionalitas PLC	Mikrokontroler	$\geq 90\%$	100% Sirkuit Aktif & Terisolasi Baik	Selesai Berfungsi
2	Ketepatan Respon Logika Biner	Output	$\geq 90\%$	100% Sesuai Tabel Kebenaran Boolean	Selesai Berfungsi
3	Keandalan & Kestabilan Daya DC	Catu	$\geq 85\%$	Tegangan DC 12V/24V Konstan & Terproteksi	Selesai Berfungsi
4	Draf Modul & Praktikum	Jobsheet	$\geq 85\%$	Tersusun 4 Skenario Modul Bertingkat	85% (Fase Drafting)

Sumber: Data Penelitian DIGILOGIC (2026)

Kendala teknis yang sempat terjadi berupa gangguan intermitensi koneksi saat pengunggahan (*download*) diagram tangga dari komputer ke mikrokontroler berhasil diatasi secara tuntas melalui penggantian kabel USB serial standar dengan kabel berpelindung (*shielded data cable*) standar industri (Gea, Rahardjo, & Nugraha, 2023). Temuan ini membuktikan bahwa arsitektur hardware DIGILOGIC sangat kokoh, aman dari risiko lonjakan arus hubung singkat (*short circuit*) berkat proteksi optoisolator, serta efektif mengkonversikan persamaan aljabar Boolean ke dalam representasi kendali fisik nyata (Lafayette & Dewi, 2024; Putri, Gani, & Mappalotteng, 2025).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perancangan, pengembangan, dan pengujian laboratorium, media trainer logika digital DIGILOGIC berbasis PLC Outseal Mega V.3 dan software Outseal Studio telah berhasil terealisasi 100% pada aspek perangkat keras dan 85% pada penyusunan modul praktikum bertingkat. Pengujian laboratorium membuktikan alat memiliki keandalan tinggi dengan stabilitas tegangan DC yang konstan serta akurasi respon logika biner sebesar 100% sesuai prinsip aljabar Boolean. DIGILOGIC efektif mengatasi keterbatasan sarana laboratorium dan menghadirkan pengalaman praktikum pengkabelan (*wiring*) serta pelacakan gangguan (*troubleshooting*) nyata yang ekonomis dan dapat direplikasi secara mandiri.

Keterbatasan penelitian ini terletak pada tahapannya yang baru mencapai batas pengujian laboratorium internal (fase *Development*). Saran untuk penelitian selanjutnya adalah segera melaksanakan validasi ahli materi dan media, serta melakukan uji coba implementasi

kelompok kecil kepada mahasiswa aktif pada perkuliahan Teknik Digital guna mengukur tingkat kepraktisan dan efektivitas pembelajaran secara empiris.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Negeri Medan atas dukungan pendanaan yang diberikan melalui skema Skema Penelitian Student Grant Tahun Anggaran 2026. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dekan Fakultas Teknik UNIMED, Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, serta Kepala Laboratorium Instalasi Listrik & Jaringan FT UNIMED atas izin pemanfaatan fasilitas ruang dan instrumentasi pengujian selama penelitian ini berlangsung.

DAFTAR REFERENSI

- Arini, F. R., & Syahputra, M. R. (2024). Implementasi fuzzy logic controller system metode Mamdani dan metode Sugeno dalam peningkatan efisiensi dan kinerja pencucian pada smart washing machine. *Konstanta: Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(2). <https://doi.org/10.59581/konstanta.v2i2.3577>
- Dama, M., et al. (2026). A comparative study of file transfer speeds in broadcast industry settings using FTP and alternative network protocols. *JUPIKOM: Jurnal Publikasi Ilmu Komputer dan Multimedia*, 5(1). <https://doi.org/10.55606/jupikom.v5i1.6744>
- Gea, S. S., Rahardjo, P., & Nugraha, I. P. (2023). Rancang bangun trainer modul praktikum programmable logic controller berbasis Outseal PLC Mega V.3 standar PP. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 22(2), 311–322.
- Huda, J., et al. (2026). Sistem informasi manajemen berbasis Edutren (Studi kasus administrasi kesarifan di Pesantren Idrisiyyah Putri Tasikmalaya). *Mudir: Jurnal Manajemen Pendidikan*, 8(1). <https://doi.org/10.55352/mudir.v8i1.1813>
- Kaleka, Y. U., Garung, E. R., Suluh, M., Engge, Y., Lika, R. R., & Dangga, P. (2023). Analisis nilai tabel kebenaran gerbang logika dasar (AND, OR, NOT) melalui eksperimen pada matakuliah praktikum elektronika. *Jurnal Fisika dan Pembelajarannya (PHYDAGOGIC)*, 6(1), 69–73.
- Kurniawan, A., Prananda, J., Koenhardono, E. S., Sarwito, S., RanuKusuma, I., & Masroeri, A. A. (2021). Pelatihan dasar programmable logic controller (PLC) berbasis daring menggunakan PLC Fiddle untuk guru SMK di Surabaya. *SEWAGATI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(3), 279–285.
- Lafayette, M. R., & Dewi, A. K. (2024). Prototype safety instrumented system pada proses pengendalian level berbasis Outseal programmable logic controller. *Jurnal Elkolind*, 11(1), 200–209.
- Lahagu, D. I., & Arif, M. (2025). Hubungan minat dan motivasi belajar dengan hasil belajar siswa pada materi gerbang logika. *Jurnal Ilmiah Edutic: Pendidikan dan Informatika*, 12(1), 61–71.

- Legoh, M., Tumangkeng, J. V., Tumimomor, F. R., Londa, T. K., & Rampengan, A. M. (2026). Penerapan model flipped classroom dalam perkuliahan elektronika dasar materi gerbang logika terhadap hasil belajar. *Charm Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1), 103–110.
- Maulana, A., et al. (2025). RISC vs CISC: Studi kinerja dan efisiensi dalam organisasi arsitektur komputer. *Jupiter: Publikasi Ilmu Keteknikan Industri, Teknik Elektro dan Informatika*, 3(4). <https://doi.org/10.61132/jupiter.v3i4.973>
- Mugono, S., & Musyahar, G. (2021). Rancang bangun trainer kendali berbasis PLC Mitsubishi FX3U 24 MRDI Watussalam Textile. *Jurnal Cahaya Bagaskara*, 6(1), 10–19.
- Puspitasari, N., & Mayrohmah, S. H. (2023). Peran aljabar Boolean dalam ilmu komputer dan perancangan rangkaian logika. *Jurnal INFORMA Politeknik Indonusa Surakarta*, 9(2), 26–33.
- Putri, F. F., Gani, H. A., & Mappalotteng, A. M. (2025). Pengembangan trainer praktikum jaringan komputer sebagai media pembelajaran di laboratorium jaringan komputer Universitas Islam Makassar. *UNM of Journal Technologycal and Vocational*, 9(1), 36–42.
- Syahid, I. M., Istiqomah, N. A., & Azwary, K. (2024). Model ADDIE dan ASSURE dalam pengembangan media pembelajaran. *Journal of International Multidisciplinary Research*, 2(5), 258–268.
- Yusup, M., et al. (2025). Penerapan diagram sebab akibat (fishbone diagram) pada identifikasi kerusakan mekanisme pengumpan dan penyusunan standard operating procedure mesin skrap. *Mars: Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Ilmu Komputer*, 3(1). <https://doi.org/10.61132/mars.v3i1.619>