

## Pengembangan Training Kit Elektropneumatik sebagai Media Pembelajaran untuk Pendidikan Vokasi

Raidah Aulia Mursyid<sup>1\*</sup>, Mukhlidi Muskhir<sup>2</sup>, Riki Mukhaiyar<sup>3</sup>, Hansi Effendi<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Departmen Teknik Elektro, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

Corresponding Author mail\* : [raidahauliamursyid@gmail.com](mailto:raidahauliamursyid@gmail.com)

---

### Article Info

#### Article history:

Received 2 Juli 2025

Revised 7 Juli 2025

Accepted 8 Juli 2025

---

#### Keywords:

Media Pembelajaran,  
TrainingKit,  
Elektropneumatik,  
Vokasi.

---

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran berupa *training kit* elektropneumatik sebagai solusi terhadap keterbatasan sarana praktik di SMK, khususnya dalam pembelajaran sistem kontrol elektropneumatik. Metode penelitian menggunakan model pengembangan ADDIE yang dibatasi pada tiga tahap, yaitu analisis, desain, dan pengembangan. Tahap analisis dilakukan melalui observasi dan wawancara dengan guru serta analisis kurikulum untuk mengidentifikasi kebutuhan media. Hasilnya menunjukkan adanya kesenjangan antara teori dan praktik karena keterbatasan alat bantu. Pada tahap desain, *training kit* dirancang menggunakan perangkat lunak SolidWorks, dengan fokus pada modularitas, efisiensi ruang, dan kompatibilitas dengan sistem kontrol PLC. *Training kit* yang telah dikembangkan kemudian diuji secara teknis menggunakan metode *black box testing* untuk menilai fungsionalitas daya, input, output, dan sistem PLC. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Media ini dinilai layak digunakan sebagai alat bantu praktik di SMK karena mampu merepresentasikan sistem kerja elektropneumatik secara aplikatif dan kontekstual.

---

### Corresponding Author:

Raidah Aulia Mursyid

Department Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Kampus UNP Pusat, Jl. Prof. Hamka, Air Tawar, Padang 25131, Indonesia

Email: [raidahauliamursyid@gmail.com](mailto:raidahauliamursyid@gmail.com)

---

### A. PENDAHULUAN

Pendidikan memiliki peranan fundamental dalam membentuk sumber daya manusia (SDM) yang unggul dan berkualitas, yang merupakan pilar kemajuan suatu bangsa. Pada jenjang Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), peran ini menjadi semakin penting karena SMK berfungsi sebagai jembatan penghubung antara dunia pendidikan dan dunia industri. Peningkatan kualitas pendidikan di SMK, khususnya dalam konteks ini, menjadi sangat vital dalam upaya menghasilkan SDM yang tidak hanya berkualitas tetapi juga memiliki daya saing tinggi di dunia industri [1].

Perkembangan teknologi saat ini terutama dalam dunia industri berkembang sangat pesat, hal ini menuntut SDM tidak hanya menguasai aspek teoritis, tetapi juga memiliki keterampilan yang praktis dan adaptif terhadap perkembangan industri saat ini [2]. Namun, dalam pengaplikasiannya masih banyak kendala yang dihadapi terutama dalam upaya meningkatkan kualitas pembelajaran

yang ada di SMK, contohnya dalam penerapan pembelajaran aplikatif yang sejalan dengan perkembangan industri khususnya pada pembejalan elektropneumatik [3]. Masalah yang ditemukan juga beragam, mulai dari ketidaksesuaian kurikulum yang ada dan perkembangan insdutri, kekurangan media pembelajaran pendukung, pembelajaran yang kurang menarik sampai dengan keterbatasan komptensi guru [4]. Kondisi ini menyebabkan siswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep pembelajaran terutama pada mata pelajaran sistem elektropneumatik dan aplikasinya di industri, yang pada akhirnya menghambat penguasaan materi esensial. Lestari et al. dalam penelitiannya [5] mengungkapkan bahwa sebanyak 60% siswa SMK mengalami kesulitan dalam memahami konsep kerja dan penggunaan elektropneumatik saat menghadapi dunia industri. Kesulitan ini tidak hanya berdampak pada pemahaman teori, tetapi juga memengaruhi keterampilan praktik dalam mata pelajaran elektropneumatik. Hal ini juga diperkuat oleh penelitian Nassrullah [6], yang menemukan bahwa sekitar 65% siswa kesulitan menghubungkan teori dengan praktik karena keterbatasan alat praktik di sekolah.



Gambar 1. *Training kit* media Pembelajaran sebelumnya

Pada penelitian ini dilakukan observasi dan wawancara langsung dengan guru-guru mata Pelajaran elektropneumatik di SMK N 1 Padang, yang menguatkan temuan-temuan dari pernyataan penelitian sebelumnya yang menyakatan bahwa ketidakmampuan sekolah dalam menghadirkan media penunjang yang tepat dan pembelajaran yang monoton berpengaruh terhadap minat peserta didik. Berdasarkan permasalahan tersebut peneliti bermaksud untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis training kit, dikarenakan media pembelajaran yang telah ada sebelumnya masih belum maksimal. Media Pendidikan berbasis *training kit* sendiri telah menjadi topik penelitian menarik dalam bidang Pendidikan, *training kit* memungkinkan tidak hanya membantu siswa dalam memahami materi namun juga mengaplikasikan konsep yang dipelajari dalam bentuk simulasi dan praktik langsung [7]. Untuk mendukung argumen sebelumnya berikut penelitian-penelitian terdahulu yang telah mengkaji perkembangan media pada mata pelajaran elektropneumatik, oleh adjie [8] mengembangkan training elektropneumatik di SMK N 4 Serang, menggunakan metode R&D dengan model ADDIE. Hasil pengujian menunjukkan skor 3,85 dari ahli media, 3,73 dari ahli materi, dan nilai N-Gain peningkatan hasil belajar siswa sebesar 0,715, yang dikategorikan "efektivitas tinggi".

Berdasarkan masalah tersebut Penelitian ini bertujuan untuk menyajikan desain, pengembangan, dan validasi perangkat pelatihan elektropneumatik yang komprehensif (fungsional, ahli, dan praktikal) khusus untuk pendidikan vokasi, berdasarkan latar belakang masalah dan tinjauan literatur yang telah diuraikan. Tujuan penelitian khusus ini adalah: mengembangkan alat pelatihan elektropneumatik yang berfungsi sebagai alat pembelajaran untuk mata pelajaran elektropneumatik di Jurusan Teknik Ketenagalistrikan SMKN 1 Padang, menentukan validitas ahli dari media pembelajaran untuk perangkat pelatihan elektropneumatik yang dibuat untuk kelompok siswa.

## B. METODE

Penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan (Research and Development) yang bertujuan menghasilkan produk pembelajaran dan menguji kualitasnya. Model pengembangan yang digunakan adalah model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation), namun penelitian ini dibatasi pada tiga tahap awal, yaitu Analisis, Desain, dan Pengembangan. Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah model ADDIE. ADDIE merupakan akronim dari lima proses utama yang membentuk kerangka kerja umum dalam pengembangan sistem instruksional, yaitu Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation [9]. Adapun kelima tahapan tersebut, meskipun disusun secara berurutan, pada praktiknya bersifat iteratif dan saling terkait [10]. Dengan demikian, model ADDIE tidak hanya memberikan alur kerja sistematis, tetapi juga fleksibel untuk dilakukan perbaikan berkelanjutan di setiap tahap pengembangannya [11].

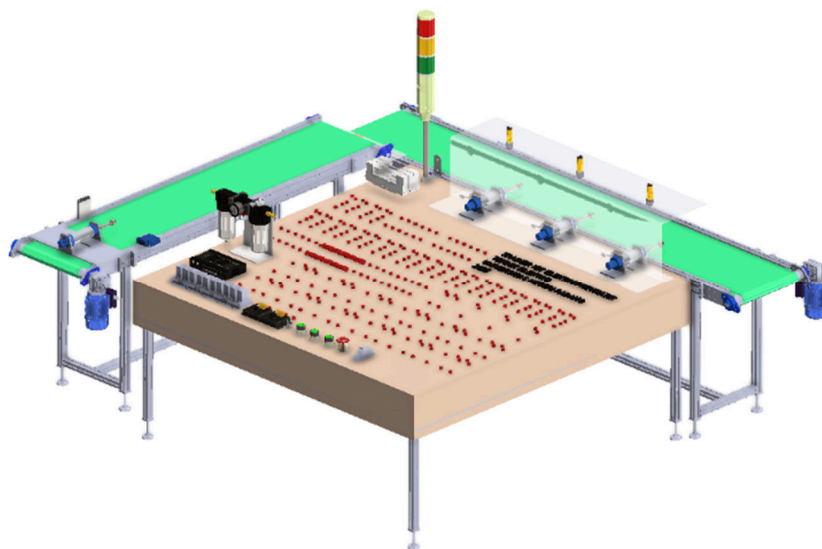
Pengembangan alat peraga ini menggunakan langkah pengembangan ADDIE karena pengembangan jenis ini dapat digunakan untuk berbagai macam bentuk pengembangan produk seperti model, strategi pembelajaran, metode pembelajaran, media dan bahan ajar namun, pada penelitian ini hanya dilakukan sampai dengan tahapan pengembangan dan evaluasi, hal ini dikarenakan penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan produk media pembelajaran yang dapat membantu menghadapi masalah-masalah yang ada di sekolah dan divalidasi sebelum nantinya akan di implementasikan dan disebarluaskan [12]. Adapun rincian dari tahapan pengembangan media pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 2.1 Tahap Analisis

Tahap ini merupakan tahap menganalisis perlunya pengembangan media pembelajaran mata pelajaran elektropneumatik dengan kajian literatur, analisis tren pengembangan media Pendidikan, analisis kurikulum dan analisis kebutuhan [13]. Dari analisis penelitian ini keluar *outcome* berupa *training kit* yang akan digunakan sebagai media pembelajaran elektropneumatik di SMKN 1 Padang. Media *Training kit* elektropneumatik akan digunakan sebagai media pembelajaran elektropneumatik sebagai solusi untuk mengatasi masalah yang ada di SMKN 1 Padang.

### 2.2 Tahap Perencanaan

Pada tahap ini, dilakukan perancangan awal *training kit* elektropneumatik menggunakan perangkat lunak SolidWorks. Desain difokuskan pada susunan panel, posisi komponen seperti katup solenoid, aktuator, sensor, serta jalur distribusi udara dan sistem kelistrikan. Model dirancang secara modular agar mudah dirakit dan digunakan dalam berbagai skenario praktik. Aspek ergonomi, efisiensi ruang, dan kompatibilitas dengan sistem kontrol PLC menjadi perhatian utama dalam proses desain [14]. Hasil akhir dari tahap ini berupa *blueprint* dan gambar kerja yang digunakan sebagai acuan dalam pembuatan unit fisik *training kit*. Desain yang peneliti buat dapat dilihat pada gambar 2. Dibawah ini.



Gambar 2. Desain produk *training kit* elektropneumatik

### 2.3 Tahap Pengembangan

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan proses perancangan sebelumnya, penelitian ini menghasilkan produk media pembelajaran berupa *training kit* elektropneumatik yang dirancang secara khusus untuk mendukung pembelajaran praktik di SMK [15]. *Training kit* ini dikembangkan dengan memperhatikan aspek keterjangkauan, fleksibilitas penggunaan, dan kesesuaian dengan capaian pembelajaran dalam Kurikulum Merdeka, khususnya pada kompetensi sistem kontrol elektropneumatik. Proses pengembangan dimulai dari pembuatan desain teknis menggunakan perangkat lunak desain mekanik (SolidWorks), yang kemudian dijadikan acuan dalam proses manufaktur *training kit* secara fisik [16]. Komponen-komponen utama seperti aktuator pneumatik, katup solenoid, push button, sensor, dan panel kontrol dirakit secara modular agar dapat digunakan berulang kali dalam berbagai skenario praktik.



Gambar 4. Produk *training kit* yang dikembangkan

Tahap ini merupakan bagian dari validasi teknis yang bertujuan memastikan seluruh fitur dalam *training kit* dapat berfungsi dengan baik sesuai rancangan. Uji fungsi dilakukan terhadap seluruh bagian: sistem pneumatik (katup, silinder, push button), sistem kelistrikan, serta antarmuka pengguna. Metode pengujian mengadopsi prinsip *black box testing*, yang berfokus pada kesesuaian *input* dan *output* dari fungsi alat tanpa melihat mekanisme internal [17]. Pengujian diawali dengan

pengecekan fungsional daya listrik untuk memastikan bahwa sumber daya utama mampu mengaktifkan seluruh rangkaian dengan stabil dan aman. Hal ini mencakup kestabilan tegangan kerja, respons terhadap beban aktif, serta perlindungan terhadap gangguan seperti korsleting atau lonjakan arus. Setelah memastikan sistem mendapat suplai daya yang sesuai, pengujian dilanjutkan ke bagian input, yaitu perangkat-perangkat seperti tombol tekan (push button), limit switch, dan sensor yang dirancang sebagai pemicu dalam sistem kontrol. Setiap komponen diuji untuk melihat konsistensi sinyal, kecepatan respon terhadap interaksi pengguna, serta keandalan logika yang ditransmisikan ke unit kontrol. Adapun hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel.1.

Tabel. 1 Pengujian Catu daya

No	Komponen yang diujikan	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1	Sumber 220 VAC	Tegangan keluaran 220 VAC $\pm 10\%$	220 VAC
2	Catu daya 24 VDC	Tegangan keluaran 24 VDC $\pm 10\%$	24 VDC

Berikutnya, dilakukan pengujian terhadap komponen *output*, seperti solenoid valve, aktuator pneumatik, indikator LED, dan buzzer. Aspek yang diamati meliputi kecepatan respon terhadap perintah dari kontroler, ketepatan gerakan aktuator, serta kestabilan sistem selama proses kerja berlangsung. Perhatian khusus juga diberikan pada kemungkinan kebocoran udara atau kegagalan aktuasi, yang dapat berdampak pada efektivitas pembelajaran siswa. Adapun hasil pengujian *input* dan juga *output* dari *training kit* dapat dilihat pada Tabel. 2 dan Tabel. 3 dibawah ini.

Tabel 2. Pengujian fungsional komponen input

No	Komponen yang diuji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1	Proximity Induktif	Didekatkan, indikator hidup	Berfungsi sesuai
2	Proximity Kapasitif 1	Didekatkan, indikator hidup	Berfungsi sesuai
3	Proximity Kapasitif 2	Didekatkan, indikator hidup	Berfungsi sesuai
4	Priximity Kapasitif 3	Didekatkan, indikator hidup	Berfungsi sesuai
5	Reed switch 1	Posisi silinder di bawah , menyala, kontak terhubung	Berfungsi sesuai
6	Reed switch 2	Posisi silinder ke atas, menyala, kontak terhubung	Berfungsi sesuai
7	Reed switch 3	Posisi silinder ke bawah, menyala, kontak terhubung	Berfungsi sesuai
8	Reed switch 4	Posisi silinder ke atas, menyala, kontak terhubung	Berfungsi sesuai
9	Reed switch 5	Posisi silinder ke bawah, menyala, kontak terhubung	Berfungsi sesuai
10	Reed switch 6	Posisi silinder ke atas, menyala, kontak terhubung	Berfungsi sesuai
11	Reed switch 7	Posisi silinder ke bawah, menyala, kontak terhubung	Berfungsi sesuai
12	Reed switch 8	Posisi silinder ke atas, menyala, kontak terhubung	Berfungsi sesuai
14	Sensor photoelectric	Didekatkan, menyala, sinyal 'high'	Berfungsi sesuai
15	Push button PB1	Ditekan, kontak terhubung	Berfungsi sesuai
16	Push button PB2	Ditekan, kontak terhubung	Berfungsi sesuai

Tabel 3. Pengujian Fungsional *output*

*Pengembangan Training Kit Elektropneumatik ,(Raidah A M)*

No	Komponen yang diuji	Hasil yang diharapkan	Hasil pengujian
1	Solenoid Valve 1 (5/2)	Solenoid diberi tegangan 24 VDC, terhubung	Berfungsi sesuai
2	Solenoid Valve 2 (5/2)	Solenoid diberi tegangan 24 VDC, terhubung	Berfungsi sesuai
3	Solenoid Valve 3 (5/2)	Solenoid diberi tegangan 24 VDC, terhubung	Berfungsi sesuai
4	Solenoid Valve 4 (5/2)	Solenoid diberi tegangan 24 VDC, terhubung	Berfungsi sesuai
5	Relay K1	Kontak koil diberikan tegangan 2VDC, terhubung	Berfungsi sesuai
6	Relay K2	Kontak koil diberikan tegangan 2VDC, terhubung	Berfungsi sesuai
7	Relay K3	Kontak koil diberikan tegangan 2VDC, terhubung	Berfungsi sesuai
8	Relay K4	Kontak koil diberikan tegangan 2VDC, terhubung	Berfungsi sesuai
9	Relay K5	Kontak koil diberikan tegangan 2VDC, terhubung	Berfungsi sesuai
10	Relay K6	Kontak koil diberikan tegangan 2VDC, terhubung	Berfungsi sesuai
11	Relay K7	Kontak koil diberikan tegangan 2VDC, terhubung	Berfungsi sesuai
12	Relay K8	Kontak koil diberikan tegangan 2VDC, terhubung	Berfungsi sesuai
13	Relay K9	Kontak koil diberikan tegangan 2VDC, terhubung	Berfungsi sesuai
14	Relay 10	Kontak koil diberikan tegangan 2VDC, terhubung	Berfungsi sesuai
15	Relay K11	Kontak koil diberikan tegangan 2VDC, terhubung	Berfungsi sesuai
16	Relay K12	Kontak koil diberikan tegangan 2VDC, terhubung	Berfungsi sesuai

Selain itu, pengujian juga dilakuakn pada performa sistem PLC sebagai otak dari seluruh sistem kontrol elektropneumatik. Seluruh rangkaian diuji berdasarkan skenario pembelajaran yang telah dirancang dalam modul ajar, untuk memastikan keterhubungan antara teori dan praktik dapat dicapai dengan baik. Hasil yang didapatkan pada pengujian PLC dapat dilihat pada Tabel . 4 dibawah ini.

Tabel 4. Pengujian PLC

No	Komponen	Hasil yang di harapkan	Hasil pengujian
1.	PLC	- Progrm dapat di download ke PLC - PLC dapat membaca sinyal dari komponen masukan dengan benar - Komponen keluaran dapat dikendalikan oleh PLC sesuai program - Indikator status masukan dan keluaran menyala sesuai program	Berfungsi, sesuai

Hasil dari proses pengujian ini akan menjadi dasar untuk mengevaluasi sejauh mana media pembelajaran mampu memenuhi kebutuhan di lapangan. Data pengujian pada masing-masing aspek baik dari fungsional daya, input, *output*, maupun sistem kendali PLC dapat disajikan dalam bentuk tabel atau narasi untuk memperkuat deskripsi performa *training kit* secara menyeluruh. Dengan demikian, tahap ini menjadi krusial untuk menjamin bahwa alat yang dikembangkan tidak hanya layak digunakan, tetapi juga mampu memberikan pengalaman belajar praktik yang aman, efisien, dan kontekstual sesuai dengan dunia kerja sebenarnya.

### C. PEMBAHASAN

Salah satu tantangan utama dalam pendidikan vokasi, khususnya pada bidang ketenagalistrikan, adalah minimnya ketersediaan media praktik yang sesuai dengan kebutuhan industri dan kurikulum yang berlaku. Di banyak SMK, pembelajaran sistem kontrol seperti elektropneumatik masih didominasi oleh pendekatan teoritis, sementara siswa jarang mendapatkan pengalaman langsung dalam mengoperasikan sistem kendali pneumatik yang sesungguhnya. Ketidakeimbangan antara teori dan praktik ini menyebabkan rendahnya penguasaan keterampilan teknis siswa, sehingga kesiapan mereka dalam menghadapi dunia kerja menjadi terbatas. Lestari, Nur, dan Jamaluddin (2024) menyatakan bahwa lebih dari 60% siswa SMK mengalami kesulitan dalam memahami konsep kerja sistem elektropneumatik karena keterbatasan alat bantu praktik di sekolah. Hal ini juga diperkuat oleh Nasrullah et al. [6], yang menemukan bahwa siswa mengalami kesulitan menghubungkan teori dengan praktik akibat keterbatasan perangkat praktik yang kontekstual dan fungsional.

Menanggapi permasalahan tersebut, penelitian ini menawarkan solusi dalam bentuk pengembangan media pembelajaran berbasis *training kit* elektropneumatik. Tujuan utama dari pengembangan ini adalah menyediakan alat bantu praktik yang nyata dan representatif terhadap sistem industri sebenarnya, sekaligus dapat menunjang capaian pembelajaran pada kurikulum vokasi. Media ini dirancang tidak hanya sebagai alat simulasi, tetapi juga sebagai sarana instruksional yang mampu mendukung pendekatan pembelajaran berbasis kompetensi. Untuk mencapai hal tersebut, proses pengembangan mengacu pada model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation), yang telah banyak digunakan dalam desain sistem pembelajaran karena alurnya yang sistematis dan sifatnya yang iteratif [10]. Pada penelitian ini, proses pengembangan dibatasi pada tiga tahap awal: analisis kebutuhan, perancangan media, dan pengembangan produk.

Tahap analisis dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara mendalam bersama guru mata pelajaran serta pengkajian terhadap kurikulum dan tren media pembelajaran terkini. Hasil analisis mengonfirmasi bahwa guru mengalami kendala dalam menyampaikan prinsip kerja sistem elektropneumatik secara visual dan aplikatif karena tidak tersedianya alat yang memadai. Di sisi lain, siswa menyatakan perlunya media praktik yang nyata, mudah dipahami, dan dapat digunakan secara mandiri. Hal ini sejalan dengan hasil kajian Kurniawan et al. (2022) yang menekankan pentingnya integrasi perangkat industri dalam pembelajaran untuk meningkatkan relevansi keterampilan siswa. Berdasarkan temuan tersebut, solusi yang dirancang adalah pembuatan media pembelajaran praktik dalam bentuk *training kit* modular yang ergonomis, fleksibel, dan kompatibel dengan sistem kendali berbasis PLC.

Proses desain dilakukan menggunakan perangkat lunak CAD SolidWorks untuk merancang struktur panel, posisi komponen, serta jalur koneksi udara dan kelistrikan. Komponen utama yang digunakan meliputi sensor proximity, push button, reed switch, solenoid valve, aktuator pneumatik, dan relay, yang semuanya dirakit pada panel praktik yang modular. Desain ini memungkinkan siswa dan guru untuk merakit ulang sistem sesuai skenario pembelajaran yang diinginkan, sehingga meningkatkan fleksibilitas dan efektivitas pembelajaran. *Training kit* ini dirancang agar mendukung praktik pengendalian sistem dengan PLC secara langsung, sehingga siswa dapat memahami relasi antara input, pemrosesan logika, dan *output* dalam satu unit sistem terintegrasi. Pemilihan

komponen juga disesuaikan dengan standar industri, agar pengalaman siswa dalam menggunakan alat ini relevan dengan kebutuhan dunia kerja.

Tahap akhir dari penelitian ini adalah pengujian fungsional alat menggunakan pendekatan black box testing. Pengujian dilakukan terhadap aspek catu daya, komponen input, *output*, serta sistem kendali PLC. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh komponen bekerja sesuai harapan. Catu daya memberikan tegangan stabil, sensor dan tombol menghasilkan sinyal yang akurat, aktuator dan solenoid merespons dengan cepat terhadap instruksi logika, dan PLC mampu membaca serta mengeksekusi program kendali tanpa kesalahan. Pengujian ini menjadi bukti bahwa *training kit* yang dikembangkan memenuhi kelayakan teknis sebagai media pembelajaran praktik. Alat ini tidak hanya berfungsi secara teknis, tetapi juga secara pedagogis mampu menjembatani kesenjangan antara konsep teoritis dan praktik nyata dalam sistem kontrol industri. Dengan demikian, media ini berpotensi besar untuk diimplementasikan secara luas dalam pembelajaran vokasional, khususnya pada kompetensi sistem kontrol elektropneumatik.

#### D. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan sebuah media pembelajaran praktik berupa *training kit* elektropneumatik yang dirancang berdasarkan pendekatan pengembangan ADDIE, terbatas pada tahap analisis, desain, dan pengembangan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua komponen dalam *training kit*, mulai dari sistem daya, komponen input-*output*, hingga pengendali PLC, berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. *Training kit* yang dikembangkan mampu menjawab kebutuhan akan media pembelajaran kontekstual dan aplikatif di SMK, khususnya dalam mata pelajaran sistem kontrol elektropneumatik. Produk ini layak digunakan sebagai sarana praktik untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap prinsip kerja sistem kontrol industri. Dengan demikian, *training kit* ini dapat diintegrasikan ke dalam pembelajaran teknik ketenagalistrikan secara lebih luas sebagai solusi terhadap keterbatasan alat praktik di sekolah.

#### REFERENCES

- [1] W. Wahyudin, I. Fitriati, and I. Ilyas, "Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Perakitan Laptop untuk Meningkatkan Keterampilan Teknis dan Kompetensi Siswa SMK," *Decod. J. Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 3, pp. 937–947, 2024, doi: 10.51454/decode.v4i3.797.
- [2] A. H. Talib, *Innovation Teaching Aids: Aid To Effective Teaching and Learning of Reka Bentuk Teknologi Subject Abdul. ir.uitm.edu.my*, 2022. [Online]. Available: <https://ir.uitm.edu.my/id/eprint/97867/>
- [3] M. Ferdianto, "Problematika Pendidikan Di Indonesia Dalam Gelora Membangun Generasi Emas 2045," *J. Soc. Sci. Educ. Res.*, vol. 1, no. 1, pp. 9–14, 2024, doi: 10.59613/ebnhst57.
- [4] G. E. Swastika, "Media Pembelajaran Interface Display Berbasis Nodemcu Esp8266 Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Kuliah Mikrokontroler," vol. 12, pp. 199–211, 2023.
- [5] D. H. E. Lestari, H. Nur, and Jamaluddin, "Learning Media Design Based on Local Potential Developed at Vocational School," *Asian J. Educ. Soc. Stud.*, vol. 50, no. 2, pp. 148–155, Jul. 2024, doi: 10.9734/ajess/2024/v50i21266.
- [6] H. Nasrullah, B. Wilantara, M. Saifudin, and F. Nugroho, "Manufacturing and Testing of Electrical Pneumatic System Trainers at the Laboratory of Politeknik Piksi Ganesha Indonesia," *Motiv. J. Mech. Electr. Ind. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 27–34, 2022, doi: 10.46574/motivection.v4i1.103.
- [7] H. Oka Kusuma and G. Sudarto, "Proceeding of International Joint Conference on UNESA Development of a Smart Laboratory Iot Trainer Kit Based on Raspberry Pi with The Addition of Fire Sensor, Gas Sensor, and RFID and Monitor Screens in The Telecommunications Lab of The Faculty of Engine," *Pijcu*, vol. 2, no. 2, pp. 4152–4153, 2025, [Online]. Available: <https://proceeding.unesa.ac.id/index.php/pijcu>
- [8] J. W. Adji, D. Aribowo, and M. Fatkhurrohman, "Media Pembelajaran Trainer Kit Elektropneumatik pada Mata Pelajaran Sistem Pengendali Elektronik di SMK Negeri 4 Kota Serang," *Jupiter (Jurnal Pendidik. Tek. Elektro)*, vol. 5, no. 1, p. 14, 2020, doi: 10.25273/jupiter.v5i1.6202.
- [9] C. I. R. Nita and A. Dela Wati, "The effectiveness of interactive learning media on dance dynamics material using articulate storyline 3 in elementary schools," *JPPi (Jurnal Penelit. Pendidik. Indones.)*, vol. 10, no. 3, p. 783, Jul. 2024, doi: 10.29210/020244061.
- [10] Marhamah, Azli Bin Ariffin, Norhanizan Binti Usaizan, and Paulina, "Development of A Poster As A Teaching Media in The Concept of Fish Breeding Cycle," 2021, *download.garuda.kemdikbud.go.id*. [Online]. Available: <http://journal.umg.ac.id/index.php/kontribusi/article/view/2022/1340>
- [11] A. N. Fahmi, M. Yusuf, and M. Muchtarom, "Integration of Technology in Learning Activities: E-Module on

- Islamic Religious Education Learning for Vocational High School Students," *J. Educ. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 282–290, Jul. 2021, doi: 10.23887/jet.v5i2.35313.
- [12] M. R. Abdulloh, F. Achmad, K. Nur, and M. S. Zuhrie, "Pengembangan Trainer Penerangan Jalan Umum (Pju) Solar Cell Sebagai Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pada Mata Pelajaran Instalasi Penerangan Listrik Kelas Xi Titl Di Smk Ma' Arif Driyorejo," *J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 14, no. 01, pp. 1–5, 2024, doi: 10.26740/jpte.v14n01.p1-5.
- [13] P. C. Zulfiyani and S. Sugiyono, "Developing an interactive learning multimedia basic competence for using facial care tools with technology in students of vocational education," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1700, no. 1, p. 12089, Jul. 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1700/1/012089.
- [14] I. Ikhsan, R. Rabiman, A. B. Johan, and J. Rentas, "Pengembangan Modul Pembelajaran Sistem Bahan Bakar Efi Toyota Avanza Di Smk Muhammadiyah Mlati," *J. Pendidik. Vokasi Otomotif*, vol. 5, no. 1, pp. 81–94, 2023, doi: 10.21831/jpvo.v5i1.57758.
- [15] P. Meliansyah, E. Permata, E. Permata, and I. A. Darmawan, "Pengembangan Trainer Automatic Transfer Switch sebagai Media Pembelajaran Praktik Instalasi Tenaga Listrik," *J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 2, pp. 228–236, 2024, doi: 10.24036/jpte.v5i2.440.
- [16] Y. A. Prapaskah, E. Permata, and M. Fatkhurrokhman, "Trainer Kit Pneumatik sebagai Media Pembelajaran pada Mata Kuliah Mekatronika di Program Studi Pendidikan Vokasional Teknik Elektro Untirta," *Elinvo (Electronics, Informatics, Vocat. Educ.)*, vol. 5, no. 2, pp. 149–159, 2021, doi: 10.21831/elinvo.v5i2.33798.
- [17] A. Luthfi, M. Muskhir, H. Effendi, and N. Jalinus, "Designing Interactive Learning Media Using Mobile Augmented Reality for Electrical Circuit Education," *J. Penelit. Pendidik. IPA*, vol. 10, no. 12, pp. 10518–10527, 2024, doi: 10.29303/jppipa.v10i12.9415.