

KEPRAKTISAN MEDIA PEMBELAJARAN APLIKASI PLC LADDER SIMULATOR 2 UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA PADA ELEMEN SISTEM KENDALI

Moch Albar Rahmansyah

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Negeri Surabaya
moch.albar.21045@mhs.unesa.ac.id

Puput Wanarti Rusimamto

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Negeri Surabaya
puputwanarti@unesa.ac.id

Endryansyah

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Negeri Surabaya
endryansyah@unesa.ac.id

Muhamad Syariffuddien Zuhrie

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Negeri Surabaya
zuhrie@unesa.ac.id

Abstrak

Perkembangan media pembelajaran pada era digitalisasi, merupakan tantangan utama dalam pembelajaran PLC di Sekolah Menengah Kejuruan adalah keterbatasan perangkat keras dan perangkat lunak yang dimiliki oleh siswa. Keterbatasan ini mengakibatkan siswa sulit dan kurang dalam memahami konsep dasar dan aplikasi nyata dari teknologi PLC. Selain itu, keterbatasan ini juga membatasi siswa dalam melakukan simulasi dan praktikum yang diperlukan untuk meningkatkan keterampilan. Sebagai dukungan untuk pelaksanaan pembelajaran, penggunaan media aplikasi PLC Ladder Simulator dapat menjadi alternatif yang menarik. Aplikasi ini dapat diunduh dan diakses di perangkat *Smartphone Android*, memungkinkan pengguna untuk belajar dimana saja dan kapan saja tanpa perlu akses ke komputer desktop. Aplikasi PLC Ladder Simulator memberikan platform yang mudah diakses untuk membuat, menguji, dan mensimulasikan program ladder diagram PLC menggunakan antarmuka grafis yang intuitif. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kepraktisan dan peningkatan hasil belajar pada elemen sistem kendali mata pelajaran konsentrasi keahlian teknik instalasi tenaga listrik (TITL). Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Peningkatan hasil belajar yang diuji menggunakan N-Gain yang terdiri dari nilai *pretest* dan nilai akhir mendapatkan nilai rata-rata 0,44. Angket respon diukur menggunakan 5 aspek penilaian. Berdasarkan hasil angket respon, didapatkan hasil presentase untuk aspek kemudahan pembelajaran sebesar 78,80%, aspek kedua ketertarikan menggunakan aplikasi sebesar 78,03%, aspek ketiga peran mengenai aplikasi sebesar 86,41%, aspek keempat kendala mengenai aplikasi sebesar 74,28%, dan aspek kelima hasil belajar siswa sebesar 79,81%. Presentase rata-rata untuk semua aspek didapatkan sebesar 79,46% masuk dalam kategori baik. Sehingga media pembelajaran menggunakan aplikasi PLC Ladder Simulator 2 dapat dikatakan praktis untuk digunakan.

Kata Kunci: kepraktisan, PLC, ladder simulator, media pembelajaran, aplikasi, android.

Abstract

The development of learning media in the digital era is a major challenge in PLC learning in Vocational High Schools, namely the limited hardware and software owned by students. This limitation makes it difficult for students and less able to understand the basic concepts and real applications of PLC technology. In addition, this limitation also limits students in conducting simulations and practicums needed to improve skills. As support for the implementation of learning, the use of PLC Ladder Simulator application media can be an interesting alternative. This application can be downloaded and accessed on Android Smartphone devices, allowing users to learn anywhere and anytime without the need for access to a desktop computer. The PLC Ladder Simulator application provides an easily accessible platform for creating, testing, and simulating PLC ladder diagram programs using an intuitive graphical interface. The purpose of this study was to determine the practicality and improvement of learning outcomes in the control system elements of the electrical power installation engineering (TITL) expertise concentration subject. This study uses an experimental research method. The improvement in learning outcomes tested using N-Gain consisting of pretest and final scores got an average score of 0.44. The response questionnaire was measured using 5 assessment aspects. Based on the results of the response questionnaire, the percentage results for the ease of learning aspect were 78.80%, the second aspect of interest in using the application was 78.03%, the third aspect of the role regarding the application was 86.41%, the fourth aspect of obstacles regarding the application was 74.28%, and the fifth aspect of student learning outcomes was 79.81%. The average percentage for all aspects was 79.46%, which is included in the good category. So that learning media using the PLC Ladder Simulator 2 application can be said to be practical to use.

Keywords: practicality, PLC, ladder simulator, learning media, application, android.

PENDAHULUAN

Sekolah kejuruan memiliki hubungan yang kuat dengan teknologi yang mencakup aspek perangkat keras dan perangkat lunak, karena teknologi berfungsi sebagai alat fundamental yang merupakan bagian integral dari kehidupan lembaga-lembaga tersebut. Dengan pesatnya evolusi teknologi saat ini, sekolah kejuruan harus cepat beradaptasi dan menerima perubahan tersebut untuk memastikan siswanya paham teknologi, mudah beradaptasi dalam menghadapi kemajuan teknologi, dan mahir dalam memanfaatkan teknologi.

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang pesat mengubah berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam dunia pendidikan. Di bidang otomasi industri dan sistem kontrol, penguasaan keterampilan skill digitalisasi menjadi semakin penting, terutama bagi siswa di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah salah satu teknologi kunci yang digunakan dalam berbagai aplikasi industri. Aplikasi perangkat lunak dapat berfungsi sebagai alat pendidikan yang bertujuan untuk meningkatkan motivasi dan minat belajar, yang pada akhirnya menghasilkan output kinerja dan prestasi akademik lebih baik (Astuti & Alhidayatuddiniyah, 2020).

Media pembelajaran adalah sarana atau alat berbasis teknologi *advanced* yang digunakan untuk menyampaikan materi studi secara interaktif dan menarik. Media ini memungkinkan siswa dapat mengakses materi kapan saja dan di mana saja, meningkatkan fleksibilitas dan efektivitas pembelajaran serta mempermudah antara tenaga pendidik dan siswa. Peneliti menggunakan media pembelajaran aplikasi *PLC Ladder Simulator 2* sebagai dukungan media pembelajaran dan menjadi alternatif sebagai media simulasi berbasis *android*. Aplikasi ini memungkinkan siswa untuk melakukan simulasi PLC dengan mudah melalui *smartphone*, tanpa memerlukan komputer ataupun desktop. Siswa dapat belajar merancang dan memprogram ladder diagram PLC secara interaktif, yang dapat meningkatkan pemahaman konsep dasar mereka terhadap konsep otomasi dan sistem kontrol.

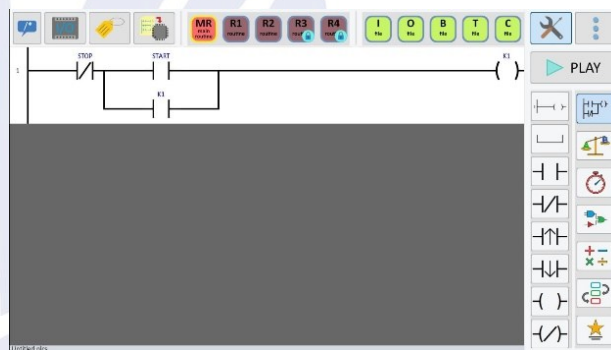
Sistem operasi ladder diagram simulator PLC berbasis android ini pengguna dapat membuat ladder diagram menggunakan petunjuk yang tersedia di library pada aplikasi. Aplikasi ini dapat diunduh di *playstore*. Aplikasi ladder simulator ini juga memungkinkan pengguna untuk bereksperimen dan praktik dengan program dan logika kontrol tanpa risiko merusak perangkat fisik. Aplikasi *PLC Ladder Simulator 2* adalah simulator untuk sistem operasi android dengan objek input dan output yang mensimulasikan port I/O dari PLC

nyata. Aplikasi ini menggunakan UI yang lebih baik dan lebih ramah, penggunaan ladder diagram yang lebih baik, lebih banyak blok fungsi, memori penyimpanan tanpa batas. Pada gambar 1 berikut ini adalah tampilan awal dari aplikasi PLC Ladder Simulator.



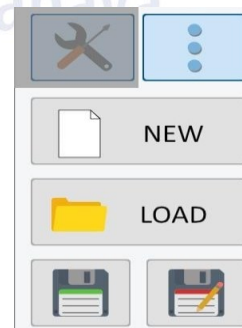
Gambar 1. Tampilan Start Page Atau Tampilan Awal Dari PLC Ladder Simulator

Pada dasarnya sebelum mempelajari sebuah aplikasi pemrograman hendaknya tahu dan paham *tool bar* yang tersedia (Djuanarfianti dkk., 2023). Berikut merupakan tampilan *tool bar* yang tersedia di aplikasi PLC Ladder Simulator 2.



Gambar 2. Tampilan *Tool Bar* PLC Ladder Simulator 2

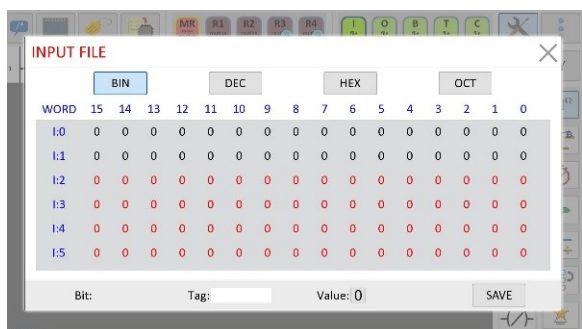
Tool bar pada aplikasi memudahkan pengguna dalam menjalankan fungsi-fungsi penting selama proses pemrograman dan mensimulasikan ladder diagram PLC. Beberapa fitur utama yang tersedia termasuk tampilan *new project*, *load*, dan *save*.



Gambar 3. Tampilan *New Project, Load* Dan *Save*

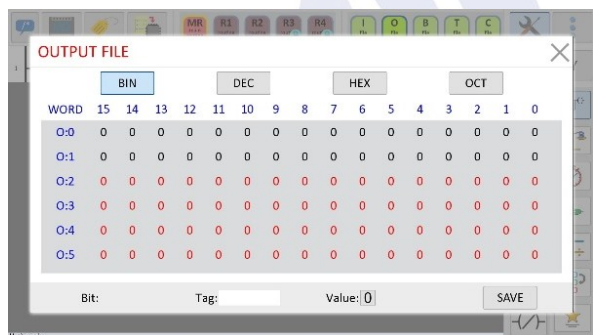
Fitur *new project* dan *load project*, digunakan pengguna untuk membuat program baru, sedangkan untuk *load project* untuk membuka proyek yang

sudah ada. Fitur *save* digunakan untuk menyimpan proyek yang telah selesai dikerjakan. Berikut fitur Input File untuk memberikan informasi dan keterangan kepada pengguna untuk mengetahui alamat *word (channel)* dan bit pada program PLC.



Gambar 4. Tampilan Input File Pada Aplikasi

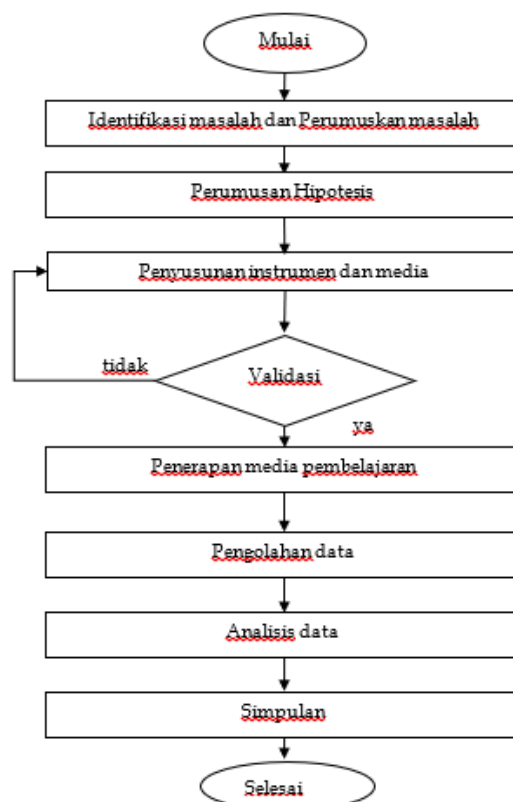
Berikutnya fitur Output File memberikan informasi dan keterangan kepada pengguna untuk mengetahui alamat *word (channel)* dan bit pada program PLC.



Gambar 5. Tampilan Output File Pada Aplikasi

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen terdapat langkah atau prosedur yang harus dilakukan oleh seorang peneliti. Prosedur penelitian ini melibatkan serangkaian tahapan yang terperinci pada Gambar 6. Peneliti menggunakan sebuah desain uji coba yaitu *Pre-experimental Design* dengan bentuk *One Grup Pretest – Posttest Design*. Proses penelitian mencakup penyusunan instrumen, validasi instrumen, dan penerapan media untuk menguji kepraktisan media. Media ini dievaluasi terhadap 35 siswa kelas XI Jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik dengan fokus pada penerapan dan peningkatan hasil belajar dalam proses pembelajaran. Tahap uji coba melibatkan validasi oleh para ahli dan pengujian di kelas eksperimen untuk mengetahui peningkatan dan kepraktisan media. Data primer yang didapatkan untuk dianalisis terdiri dari hasil nilai *pretest* dan nilai akhir yang mencakup ranah kognitif dan psikomotorik serta hasil angket respon siswa.



Gambar 6. Prosedur Penelitian Eksperimen

Selain itu, metode tes yang diberikan kepada siswa berfungsi sebagai instrumen evaluasi untuk mengukur keterampilan dasar dan nilai akademis siswa. Tes ini dirancang dan disusun oleh peneliti dan divalidasi dosen dan guru elemen pembelajaran untuk mengukur pemahaman siswa terhadap materi serta menilai hasil belajar mereka. Menilai kepraktisan media aplikasi PLC Ladder Simulator melalui serangkaian pernyataan yang telah disusun secara sistematis. Produk modul dan media pembelajaran ini telah melalui serangkaian tahapan pengembangan untuk memastikan bahwa materi sistem kendali pada dapat disampaikan secara efektif dan praktis kepada siswa. Penggunaan aplikasi PLC Ladder Simulator ini dimaksudkan untuk meningkatkan keterampilan dan pemahaman konsep dasar dalam proses pembelajaran sehari-hari pada mata pelajaran konsentrasi Teknik Instalasi Tenaga Listrik di SMK Negeri 1 Sidoarjo. Desain penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian

<i>One-group pre-test & post-test</i>		
X1	0	X2

(Sumber: Kurniati & Nuraini, 2020)

Keterangan:

- X1 = Nilai *pre-test* kelas XI TITL sebelum diberikan perlakuan
- X2 = Nilai akhir kelas XI TITL setelah diberikan perlakuan
- 0 = Pembelajaran dengan menggunakan media Pembelajaran PLC Ladder Simulator

Pengumpulan data adalah kegiatan yang dilakukan untuk mengumpulkan, memperoleh, mengorganisasi data yang dibutuhkan dalam penelitian, yang nantinya data tersebut digunakan untuk mencapai tujuan penelitian. Instrumen ini bertujuan untuk menghimpun data validitas, kevalidan modul ajar dan menilai kepraktisan media pembelajaran. Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini berguna untuk meneliti data yang meliputi analisis validasi, instrumen, analisis angket respon siswa dan analisis hasil belajar siswa.

Data yang telah didapatkan kemudian diubah menjadi skala *Likert* yang memiliki sistem pembobotan 4.3.2.1 yang mewakili pernyataan jawaban dari positif ke negatif. Indikator aspek ini berfungsi sebagai dasar acuan untuk mengembangkan item instrumen dalam bentuk pernyataan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Range Persentase Kategori Hasil Validasi

Penilaian Kualitatif	Penilaian Kuantitatif
Sangat Valid	82%-100%
Valid	63%-81%
Tidak Valid	44%-62%
Sangat Tidak Valid	25%-43%

(Lestari dkk., 2023)

Adapun rumus untuk menghitung range presentase hasil validasi oleh validator menggunakan rumus 1 dibawah ini.

$$HJV = \frac{\sum H_{jv}}{\sum N_{tv}} \times 100\% \quad (1)$$

(Pratama dkk., 2024)

Keterangan.

HJV = Hasil jawaban validator (%)

 $\sum H_{jv}$ = Total hasil jawaban validator $\sum N_{tv}$ = Total nilai tertinggi validator

$$HJV = \frac{T}{T1} \times 100\% \quad (2)$$

$$HJV = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor maksimal}} \times 100\% \quad (3)$$

$$NA = \frac{(BP \times HBK) + (BK \times HBP)}{100} \quad (4)$$

(Pratama dkk., 2024)

Keterangan.

T = Jumlah jawaban benar siswa

T1 = Jumlah total tes

HBK = Hasil belajar ranah kognitif siswa

HBP = Hasil belajar ranah psikomotorik siswa

NA = Nilai akhir siswa

BP = Bobot pengetahuan

BK = Bobot keterampilan

Penelitian ini menganalisis hasil belajar dari siswa menggunakan dua ranah belajar. Hasil

belajar pengetahuan (kognitif) dan keterampilan (psikomotorik). Ranah kognitif didapatkan melalui *pretest* dan *posttest*, sedangkan ranah psikomotorik melalui lembar penilaian kinerja. Untuk mengetahui pencapaian nilai dalam aspek ranah kognitif digunakan rumus 2, sementara itu untuk mengetahui nilai dalam aspek ranah psikomotorik digunakan rumus 3. Selanjutnya, untuk mendapatkan nilai akhir siswa diadopsi rumus 4 sebagai parameter penilaian.

Uji N-gain digunakan untuk menilai seberapa efektif intervensi tertentu. Rumus yang digunakan untuk menentukan gain normalitas adalah sebagai berikut:

$$N. Gain = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{maks} - S_{pre}} \quad (5)$$

(Coletta dan Steinert, 2020)

Keterangan:

S_{post} = Skor Post-testS_{pre} = Skor Pre-testS_{maks} = Skor maksimum

Hasil uji N-Gain tersebut yang didapatkan dari perhitungan rumus kemudian dianalisis untuk mendapatkan hasil klasifikasi nilai N-Gain sesuai pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Klasifikasi Nilai N-Gain

Nilai N-Gain	Kriteria
$n \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq n < 0,7$	Sedang
$n < 0,3$	Rendah

(Coletta & Steinert, 2020)

Penelitian ini dilakukan analisis respon siswa agar mengetahui kepraktisan media PLC Ladder Simulator. Angket kuesioner respon siswa dianalisis dengan skoring. Ketika skor diberikan untuk setiap jawaban jawaban yang diberikan sesuai dengan skor maksimum untuk setiap pertanyaan adalah 4. Hal ini bertujuan untuk dapat melihat presentase setiap item dalam panduan. Presentase yang dihitung untuk setiap item dalam pernyataan adalah menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\% = \frac{\text{Skor setiap butir pernyataan}}{(\text{skor total pernyataan} \times \text{jumlah siswa})} \times 100\% \quad (6)$$

(Aprilia dkk., 2022)

Presentase yang dikumpulkan kemudian diformat ulang menjadi tabel untuk menyederhanakan interpretasi temuan penelitian. Hasil presentase kuesioner siswa dianalisis dalam range kategori untuk mengevaluasi kepraktisan media pembelajaran, dengan kriteria penilaian yang dirinci dalam Tabel 4.

Tabel 4. Range Presentase Kategori Respon Siswa

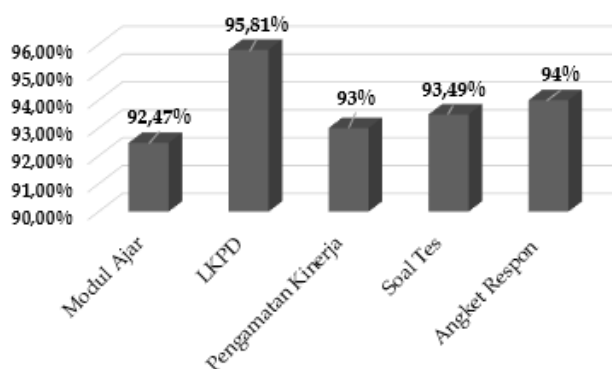
Presentase Pencapaian	Interpretasi
$82\% \leq \text{skor} \leq 100\%$	Sangat Praktis
$63\% \leq \text{skor} \leq 81\%$	Praktis
$44\% \leq \text{skor} \leq 62\%$	Kurang Praktis
$25\% \leq \text{skor} \leq 43\%$	Tidak Praktis

(Sumber: Aprilia dkk,2022)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Validasi Oleh Ahli

Gambar 7 di bawah ini menjelaskan dan menyajikan total rekapitulasi hasil validasi oleh ahli sebanyak tiga validator terhadap perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian.



Gambar 7 Rekapitulasi Hasil Validasi

Hasil rekapitulasi validasi ke enam perangkat dan instrument pada gambar 7 tersebut, diperoleh simpulan bahwa untuk seluruh total perangkat dan instrument yang digunakan pada penelitian masuk dalam kategori yang tinggi dan dapat diimplementasikan untuk keperluan penelitian.

2. Hasil Belajar Siswa

Analisis data hasil belajar siswa dilaksanakan dengan mempertimbangkan hasil uji nilai awal (*pretest*) dan nilai akhir pada sampel siswa kelas XI TITL 2 di SMKN 1 Sidoarjo. Perolehan hasil *pretest* bertujuan untuk mengidentifikasi kemampuan awal siswa, sedangkan nilai akhir (NA) adalah hasil nilai akhir akademik siswa setelah diberikan perlakuan yang meliputi bobot kognitif *pretest* sebesar 30 dan bobot keterampilan sebesar 70. Tabel 5 di bawah ini menunjukkan rekapitulasi nilai hasil belajar siswa.

Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Belajar

Rerata Nilai Hasil Belajar	
<i>Pretest</i>	60
<i>Posttest</i>	84,34
Pengamatan Kinerja	75,23
Nilai Akhir	77,96

Didapatkan hasil pengujian N-Gain dari 35 sampel yang terdiri dari nilai skor *pretest* dan nilai

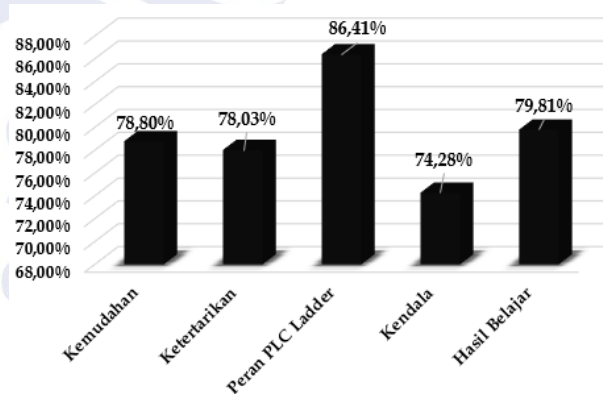
akhir hasil belajar kognitif dan psikomotorik mendapatkan rata-rata skor N-Gain sebesar 0,44 yang berarti mengalami peningkatan dengan kategori sedang. Rumus berikut menyajikan hasil perhitungan uji *N-Gain*.

$$\frac{77,96 - 60}{100 - 60} = 0,44$$

Hasil uji *N-gain* dari 35 sampel mendapatkan rata-rata skor *N-Gain* sebesar 0,44 nilai ini berada pada interval $0,3 \leq n < 0,7$ yang berarti bahwa skor rata-rata N-Gain berada pada kriteria sedang.

3. Hasil Kepraktisan Media

Kepraktisan memfokuskan kepada kondisi media pembelajaran yang dikembangkan mudah digunakan oleh pengguna baik siswa maupun tenaga pendidik, sehingga kegiatan proses belajar mengajar dilakukan bermakna, berguna, dan meningkatkan kreativitas dalam belajar. Dari angket respon siswa yang digunakan sebagai instrumen penelitian, kepraktisan berfokus pada beberapa aspek sebagai berikut (1) kemudahan pembelajaran menggunakan media aplikasi PLC Ladder Simulator. (2) ketertarikan menggunakan aplikasi PLC Ladder Simulator (3) Peran media aplikasi PLC Ladder Simulator dalam pembelajaran. (4) kendala mengenai media aplikasi PLC Ladder Simulator. (5) Hasil belajar dalam penggunaan PLC Ladder Simulator. Hasil data kepraktisan dari 35 siswa disajikan pada gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Diagram Batang Hasil Penilaian Kepraktisan

Berdasarkan tabel rekapitulasi skor kepraktisan media menghasilkan tanggapan sebagai berikut:

$$\frac{397,3}{5} = 79,46 (\%)$$

Berdasarkan pada hasil diatas mendapatkan nilai sebesar 79,46% yang berarti media pembelajaran PLC Ladder Simulator praktis digunakan untuk pembelajaran.

PENUTUP

Simpulan

Temuan penelitian menghasilkan kesimpulan sebagai berikut: (1) Hasil uji kepraktisan media pembelajaran Aplikasi PLC Ladder Simulator 2 ini dinilai oleh 35 siswa menggunakan metode angket kuesioner respon siswa. Didapatkan hasil presentase untuk aspek kemudahan pembelajaran dengan media sebesar 78,80%, pada aspek kedua ketertarikan menggunakan media sebesar 78,03%, aspek ketiga peran media dalam pembelajaran sebesar 86,41%, pada aspek keempat kendala mengenai media sebesar 74,28%, dan aspek kelima hasil belajar menggunakan media sebesar 79,81%. Presentase rata-rata untuk semua aspek didapatkan sebesar 79,46% yang masuk kategori praktis. Sehingga media pembelajaran menggunakan Aplikasi PLC Ladder Simulator 2 dapat dikatakan praktis untuk digunakan. (2) Peningkatan hasil belajar menggunakan uji N-Gain dari 35 siswa yang terdiri dari nilai *pretest* dan nilai akhir hasil belajar ranah kognitif dan psikomotorik mendapatkan total rata-rata skor N-Gain sebesar 0,44. Nilai ini berada pada interpretasi sedang, dengan demikian penerapan media pembelajaran Aplikasi PLC Ladder Simulator terdapat peningkatan dalam kategori sedang.

Saran

Peneliti memiliki saran sebagai berikut: (1) Penggunaan media aplikasi PLC Ladder Simulator 2 dapat menjadi pilihan untuk digunakan dalam proses pembelajaran dalam mengatasi keterbatasan media atau perangkat yang ada di sekolah. (2) Perlu adanya penelitian yang lebih lanjut tentang model dan media aplikasi PLC Ladder Simulator 2 dengan media pembelajaran yang lain sebagai pembandingan agar dapat diperoleh penelitian yang relevan. (3) Implikasi dapat menjadi pertimbangan guru untuk menyusun modul yang valid, praktis dan efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, A., Yudiyanto, Y., & Hakim, N. (2022). Pengembangan E-Modul Menggunakan Flip PDF Professional pada Materi Fungi Kelas X SMA. *Journal of Education and Teaching (JET)*, 3(1), 116–127. <https://doi.org/10.51454/jet.v3i1.141>
- Astuti, S. P., & Alhidayatuddiniyah, T. W. (2020). Pemanfaatan Software Matrix Laboratory (Matlab) Untuk Meningkatkan Minat Belajar Mahasiswa Dalam Pembelajaran Fisika Kinematika. *Pendekar: Jurnal Pendidikan Berkarakter*, 3(2), 54–57.
- Coletta, V. P., & Steinert, J. J. (2020). Why normalized gain should continue to be used in analyzing preinstruction and postinstruction scores on concept inventories. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.*, 16(1), 10108. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.010108>
- Djanuarfianti, F. A., Zuhrie, M. S., Rusimamto, P. W., & Achmad, F. (2023). Pengembangan Modul Ajar Programmable Logic Controller (PLC) Berbasis Discovery Learning Menggunakan CX-Programmer Untuk Siswa XII Teknik Tenaga Listrik SMK Negeri 2 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 12(03), 235–240. <https://doi.org/10.26740/jpte.v12n03.p235-240>
- Lestari, D. W., Rusimamto, P. W., Harimurti, R., & Agung, A. I. (2023). Penerapan Media Pembelajaran Berbantuan Assemblr Edu Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Journal of Vocational and Technical Education (JVTE)*, 5(2), 225–232. <https://doi.org/10.26740/jvte.v5n2.p225-232>
- Pratama, A. F. P. J., Kholis, N., Rijanto, T., & Achmad, F. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan Software Simurelay Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Teknik Pemanasan, Tata Udara, Dan Pendinginan. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 13(02), 99–108. <https://doi.org/10.26740/jpte.v13n02.p99-108>