

PENGEMBANGAN MODUL AJAR BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING* BERBANTUAN SOFTWARE FESTO FLUIDSIM UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK PADA ELEMEN SISTEM KENDALI DI SMK NU GRESIK

Naufal Muhammad Farhan¹, Tri Rijanto³, Joko⁴, Yulia Fransisca, S.Pd., M.Pd⁵

Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya

naufal.21057@mhs.unesa.ac.id, tririjanto@unesa.ac.id, joko@unesa.ac.id, ,
yuliafransisca@unesa.ac.id

Abstract

This research was conducted with the goal of developing a teaching module based on Project-Based Learning (PjBL), integrated with Festo FluidSIM software, specifically designed for the control system component of the Electric Motor Installation subject at Nadhatul Ulama Gresik Vocational High School. Additionally, the study aimed to evaluate the module's validity, practicality, and effectiveness in enhancing student learning outcomes. The research employed a Research and Development (R&D) approach using the ADDIE model, which consists of five key phases: Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation. The validation phase indicated that the developed module met a "very valid" standard, with material validation scoring 87.91% and media validation scoring 88.99%. Regarding practicality, student responses collected through questionnaires resulted in a score of 85.79%, placing the module in the "very practical" category. The module's effectiveness was assessed through improvements in students' cognitive, psychomotor, and affective learning outcomes. In the cognitive domain, students' average scores improved from 60.71 (pretest) to 78.57 (posttest). The normality tests confirmed that the data were normally distributed (pretest $p = 0.200$; posttest $p = 0.098$), and the homogeneity test yielded a value of 0.690, indicating homogeneous data. A paired t-test showed a significance level of 0.000 ($p < 0.05$), suggesting a statistically significant increase in scores. The calculated N-Gain score was 0.562, which falls within the "moderate" improvement category. For the psychomotor domain, students achieved an average score of 86.16. The data passed the normality test ($p = 0.079$), and the one-sample t-test result ($p = 0.000$) indicated a significant improvement above the standard learning criterion (KKTP) score of 75. Similarly, in the affective domain, the average score was 84.35, with a normality value of 0.105 and a t-test significance of 0.000, showing a meaningful increase relative to the reference standard. In conclusion, the PjBL-based teaching module supported by Festo FluidSIM has proven to be highly valid, highly practical, and demonstrably effective in improving student achievement in the control systems topic within the Electric Motor Installation course at Nadhatul Ulama Gresik Vocational High School.

Abstrak

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengembangkan modul ajar berbasis Project-Based Learning (PjBL) yang terintegrasi dengan perangkat lunak Festo FluidSIM, yang dirancang khusus untuk komponen sistem kendali mata kuliah Instalasi Motor Listrik di SMK Nadhatul Ulama Gresik. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi keabsahan, kepraktisan, dan efektivitas modul dalam meningkatkan capaian belajar siswa. Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan model ADDIE yang terdiri dari lima fase utama, yaitu Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation. Fase validasi menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan memenuhi standar "sangat valid", dengan nilai validasi materi sebesar 87,91% dan validasi media sebesar 88,99%. Terkait kepraktisan, respons siswa yang dikumpulkan melalui angket menghasilkan skor sebesar 85,79%, sehingga modul masuk dalam kategori "sangat praktis". Efektivitas modul dinilai melalui peningkatan capaian belajar kognitif, psikomotorik, dan afektif siswa. Dalam ranah

Article History

Submitted: 7 Juli 2025

Accepted: 13 Juli 2025

Published: 14 Juli 2025

Key Words

elopment, learning media, teaching modules, ADDIE, learning effectiveness..

Sejarah Artikel

Submitted: 7 Juli 2025

Accepted: 13 Juli 2025

Published: 14 Juli 2025

Kata Kunci

Sai pengembangan, media pembelajaran, modul ajar, ADDIE, efektivitas pembelajaran.

kognitif, skor rata-rata siswa meningkat dari 60,71 (tes awal) menjadi 78,57 (tes akhir). Uji normalitas mengonfirmasi bahwa data terdistribusi normal (p tes awal = 0,200; p tes akhir = 0,098), dan uji homogenitas menghasilkan nilai 0,690, yang menunjukkan data homogen. Uji t berpasangan menunjukkan tingkat signifikansi 0,000 ($p < 0,05$), yang menunjukkan peningkatan skor yang signifikan secara statistik. Skor N-Gain yang dihitung adalah 0,562, yang termasuk dalam kategori peningkatan "sedang". Untuk ranah psikomotorik, siswa mencapai skor rata-rata 86,16. Data tersebut lolos uji normalitas ($p = 0,079$) dan hasil uji t satu sampel ($p = 0,000$) menunjukkan peningkatan yang signifikan di atas nilai Kriteria Ketuntasan Belajar (KKTP) sebesar 75. Begitu pula pada ranah afektif, nilai rata-ratanya sebesar 84,35 dengan nilai normalitas sebesar 0,105 dan signifikansi uji t sebesar 0,000, menunjukkan peningkatan yang bermakna dibandingkan dengan nilai standar acuan. Simpulannya, modul ajar berbasis PjBL yang didukung Festo FluidSIM terbukti sangat valid, sangat praktis, dan terbukti efektif dalam meningkatkan prestasi belajar siswa pada mata kuliah Sistem Kendali pada mata kuliah Instalasi Motor Listrik di SMK Nadhatul Ulama Gresik.

PENDAHULUAN

Pendidikan kejuruan di Indonesia, khususnya di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), memiliki peran vital dalam membentuk tenaga kerja terampil yang sesuai dengan kebutuhan dunia industri. SMK, terutama di bidang teknik listrik, tidak hanya bertujuan memberikan pengetahuan teoritis tetapi juga keterampilan praktis yang diperlukan dalam dunia kerja. Dalam konteks ini, Kurikulum Merdeka berupaya menjawab tantangan pendidikan di era Society 5.0, di mana peserta didik diharapkan memiliki keterampilan abad ke-21 yang relevan dengan perkembangan zaman.

Kurikulum Merdeka adalah kebijakan pendidikan yang diperkenalkan oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia dengan tujuan untuk memberikan fleksibilitas dalam proses pembelajaran. Kurikulum ini dirancang untuk mengakomodasi kebutuhan dan potensi peserta didik, serta memberikan kebebasan kepada sekolah dalam menentukan isi, metode, dan penilaian pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik lingkungan lokal dan budaya (Sukma et al., 2024).

Pembelajaran berbasis proyek *Project-Based Learnin* (PjBL) merupakan pendekatan pedagogis yang menempatkan peserta didik sebagai pusat dari proses pembelajaran, di mana mereka terlibat dalam eksplorasi aktif terhadap tantangan dan masalah dunia nyata. Dalam konteks pendidikan di Indonesia, PjBL diintegrasikan dalam Kurikulum Merdeka, yang mendorong pengembangan karakter dan keterampilan generik peserta didik, termasuk keterampilan sains dan kreativitas (Azuai et al., 2025).

Penerapan model pembelajaran berbasis proyek sangat efektif dalam kursus desain jaringan, karena menekankan kegiatan praktis dan langsung. Mengadopsi model ini mendorong pembelajaran mandiri dengan memberdayakan siswa untuk secara proaktif mengidentifikasi kebutuhan pendidikan mereka, menetapkan tujuan mereka sendiri, menemukan sumber daya yang diperlukan, memilih strategi pembelajaran yang efektif, dan menilai hasil mereka. Oleh karena itu, media pembelajaran yang efektif memainkan peran penting dalam pembelajaran berbasis proyek dengan berfungsi sebagai alat yang ampuh untuk penyampaian konten.

Istilah media berasal dari kata Latin *Medius*, yang berarti tengah, perantara, atau pengantar. Secara umum, istilah ini mencakup individu, materi, atau peristiwa yang memfasilitasi lingkungan bagi siswa untuk memperoleh pengetahuan, meningkatkan keterampilan, dan mengembangkan sikap. (Aghni, 2018)

Penulis menyimpulkan bahwa media pendidikan memainkan peran penting dalam proses belajar mengajar, meningkatkan kualitas pembelajaran dan memperkuat keterampilan siswa. Dengan menggunakan media pembelajaran dinamis, pendidik dapat meningkatkan motivasi siswa, menumbuhkan pemikiran kritis dan keterampilan analitis tingkat lanjut, serta meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep yang kompleks.

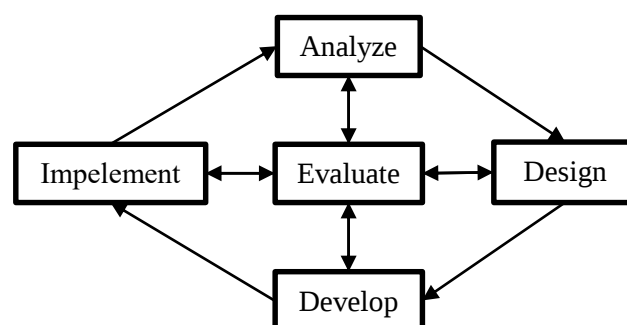
Salah satu contoh media pembelajaran yang efektif adalah modul yang disusun secara cermat dan disajikan secara menarik. Menurut (Kesumawati dkk., 2021) modul adalah sumber belajar terstruktur yang mengintegrasikan konten, metode, dan penilaian secara terorganisasi dan menarik, yang dirancang khusus untuk pembelajaran mandiri.

Secara keseluruhan, modul adalah jenis sumber daya pendidikan yang disusun secara metodis dan disajikan dengan cara menarik. Menyusun modul ajar yang baik akan memudahkan pemahaman konten yang disajikan, merangsang minat belajar, dan membantu siswa belajar mandiri dan efektif menguasai keterampilan yang diharapkan. Modul ajar yang dikembangkan menggunakan sistem kendali (control system) berbasis aplikasi *Festo Fluidsim*.

Festo Fluidsim adalah perangkat lunak simulasi yang dirancang untuk mendukung pembelajaran dalam bidang teknik, khususnya dalam sistem pneumatik dan hidrolika. Aplikasi ini sangat bermanfaat dalam konteks pendidikan, terutama di sekolah menengah kejuruan (SMK), di mana peserta didik dapat belajar tentang instalasi motor listrik, sistem kontrol elektropneumatik, dan berbagai aplikasi teknik lainnya secara interaktif dan praktis. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *Festo Fluidsim* dalam pembelajaran dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik secara signifikan.

METODE

Penelitian ini merupakan bentuk *Research and Development (R&D)* yang menggunakan model ADDIE yang merupakan singkatan dari *Analysis* (analisis), *Design* (perancangan), *Development* (pengembangan atau produksi), *Implementation* (pelaksanaan atau pengiriman), dan *Evaluation* (evaluasi). Model ini digunakan untuk memvalidasi dan meningkatkan modul ajar *training kit* PLTS. Prosedur penelitian ini melibatkan serangkaian tahapan yang terperinci pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Penelitian ADDIE
(Sumber: Adesfiana dkk., 2022)

Proses penelitian mencakup analisis kebutuhan, perancangan bahan ajar, pengembangan dan validasi oleh ahli, implementasi uji praktikalitas dengan guru, serta uji keefektifan. Media ini dievaluasi terhadap peserta didik fase f Teknik Tenaga Listrik di SMK NU Gresik yang berjumlah 28 peserta didik dengan fokus pada penerapan dan efektivitasnya dalam memfasilitasi pembelajaran. Tahap uji coba melibatkan validasi oleh ahli media dan pengujian di kelas eksperimen untuk mengevaluasi keefektifan. Data primer yang

dikumpulkan terdiri dari hasil validasi dan pelaksanaan uji coba, yang mencakup pengamatan proses pembelajaran dan respons siswa.

Selain itu, tes berfungsi sebagai instrumen evaluasi untuk mengukur keterampilan dasar dan prestasi akademis siswa. Tes ini dirancang oleh peneliti dan divalidasi oleh guru elemen pembelajaran untuk mengukur pemahaman peserta didik terhadap materi serta menilai hasil belajar mereka. Menilai keefektifan produk pembelajaran melalui *pre-test* dan *post-test*. Produk ini telah melalui serangkaian tahapan pengembangan untuk memastikan bahwa materi Instalasi Tenaga Listrik dapat disampaikan secara efektif kepada peserta didik. Penggunaan modul ajar training kit PLTS ini dimaksudkan untuk meningkatkan aksesibilitas dan pemahaman dalam proses pembelajaran sehari-hari pada mata kuliah Teknik Instalasi Tenaga Listrik di SMK Semen Gresik. 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* Teknik Instalasi Tenaga Listrik Kelas XI. sebelum diberikan perlakuan
- X2 = Nilai *post-test* Teknik Instalasi Tenaga Listrik Kelas XI. setelah diberikan perlakuan dengan menggunakan bahan ajar (produk).
Pembelajaran dengan menggunakan media
- 0 = media pembelajaran.

Instrumen pengumpulan data adalah alat yang digunakan dalam penelitian untuk mengumpulkan informasi penting yang diperlukan untuk menjawab pertanyaan penelitian dan mencapai tujuan yang ditetapkan. Instrumen ini berguna untuk menghimpun data validitas, kepraktisan modul dan menilai efektivitas media pembelajaran yang menggunakan modul ajar. Penelitian ini menggunakan teknik penilaian validator yang melibatkan evaluasi oleh para ahli materi pelajaran dan media, penilaian kepraktisan berdasarkan umpan balik guru, dan tinjauan efektivitas modul pengajaran yang diperoleh dari hasil belajar siswa.

Analisis penilaian validator terdapat dua penilaian yaitu, oleh ahli materi dan ahli media. Berikut ini adalah prosedur analisis data yang dikumpulkan menggunakan instrumen validasi. Data ordinal kemudian diubah menjadi skala *Likert* yang memiliki sistem pembobotan 4.3.2.1 yang mewakili kontinum dari positif ke negatif. Indikator-indikator ini berfungsi sebagai dasar untuk mengembangkan item instrumen dalam bentuk pernyataan atau pertanyaan, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Range Persentase Kategori Hasil Validasi

Presentase Pencapaian	Interpretasi
$76\% \leq \text{skor} \leq 100\%$	Sangat Valid
$51\% \leq \text{skor} \leq 75\%$	Valid
$26\% \leq \text{skor} \leq 50\%$	Kurang Valid
$0\% \leq \text{skor} \leq 25\%$	Tidak Valid

(Sumber: Aprilia dkk., 2022)

Untuk menghitung persentase tanggapan menggunakan rumus berikut.

$$Skor\ total(\%) = \frac{jumlah\ skor\ yang\ diperoleh}{skor\ maks \times jumlah\ validator} \times 100\% \quad (1)$$

(Sumber: Aprilia dkk., 2022)

Presentasi yang dikumpulkan kemudian diformat ulang menjadi tabel untuk menyederhanakan interpretasi temuan penelitian. Kuesioner tanggapan guru dianalisis untuk mengevaluasi kepraktisan modul pengajaran, dengan kriteria penilaian yang dirinci dalam Tabel 2.

Tabel 3. Range Persentase Kategori Respon Guru

Presentase Pencapaian	Interpretasi
$76\% \leq skor \leq 100\%$	Sangat Praktis
$51\% \leq skor \leq 75\%$	Praktis
$26\% \leq skor \leq 50\%$	Kurang Praktis
$0\% \leq skor \leq 25\%$	Tidak Praktis

(Sumber: Aprilia dkk., 2022)

Untuk menghitung persentase tanggapan menggunakan rumus berikut.

$$Skor\ total(\%) = \frac{jumlah\ skor\ yang\ diperoleh}{skor\ maks \times jumlah\ validator} \times 100\% \quad (2)$$

(Sumber: Aprilia dkk., 2022)

Data yang dikumpulkan kemudian disusun ke dalam tabel untuk memudahkan peninjauan temuan penelitian. Data yang dikumpulkan kemudian disusun dalam tabel untuk menyederhanakan analisis temuan penelitian. Uji ini juga menentukan apakah terdapat perbedaan yang signifikan dalam data. Sebelum dilakukan uji-t dilakukan uji prasyarat analisis yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Kriteria dalam pengujian uji T-Test menggunakan SPSS 27 *paired sample t-test* ialah:

Ho : tidak terdapat pengaruh signifikan nilai rata-rata skor

Ha : terdapat pengaruh signifikan nilai rata-rata skor

Sedangkan kriteria penolakan hipotesis uji homogenitas adalah sebagai berikut:

Ho diterima bila $Sig. > \sigma = 0.05$

Ha diterima bila $Sig. < \sigma = 0.05$

Uji normalitas menentukan apakah sampel yang dipilih terdistribusi normal dengan menggunakan uji *Shapiro-Wilk* di SPSS 27, berdasarkan hipotesis berikut:

Ho : data berdistribusi normal

Ha : data tidak berdistribusi normal

Sebagai alternatif, kriteria untuk menolak hipotesis uji normalitas didefinisikan sebagai berikut:

Ho diterima bila $Sig. > \sigma = 0.05$

Ha diterima bila $\text{Sig.} < \sigma = 0.05$

Uji homogenitas dilakukan dengan menggunakan SPSS 27 *One-Way ANOVA* untuk mengetahui apakah sampel penelitian berasal dari populasi yang sama (homogen). Uji ini mengikuti kriteria yang diuraikan sebagai berikut:

Ho : variansi data homogen

Ha : variansi data tidak homogen

Di sisi lain, kriteria untuk menolak hipotesis uji homogenitas adalah sebagai berikut:

Ho diterima bila $\text{Sig.} > \sigma = 0.05$

Ha diterima bila $\text{Sig.} < \sigma = 0.05$

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

$$N. Gain = \frac{Sp_{post} - Sp_{pre}}{Smaks - Sp_{pre}} \quad (3)$$

(Coletta dan Steinert, 2020)

Keterangan:

Sp_{post} = Skor Post-test

Sp_{pre} = Skor Pre-test

Smaks = Skor maksimum

Tabel 4. 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)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan suatu produk yang dikembangkan berupa modul ajar *Festo*



Fluidsim yang layak digunakan dalam pembelajaran dikarenakan telah melalui tahap validasi. Dalam penelitian ini melibatkan tiga validator, yaitu dua dosen Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya dan satu guru. Untuk hasil dari modul ajar terdapat pada gambar 2.

Gambar 2. Cover Modul Ajar

Didalam modul ajar terdapat Halaman Cover, Kata Pengantar, Daftar Isi, Daftar Gambar, Daftar Istilah berisi tentang penjelasan/makna dari istilah yang membantu pengguna sehingga pengguna dapat memahami.

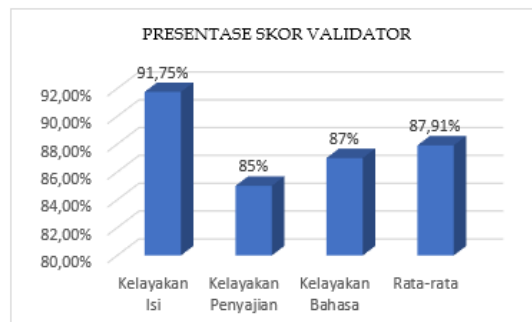
Modul Ajar 1 berisi identitas dan penggunaan modul; capaian pembelajaran; tujuan pembelajaran; alur tujuan pembelajaran; materi; latihan beserta tes; kunci jawaban; dan pedoman penilaian.

Modul ajar 2 berisi identitas dan penggunaan modul; capaian pembelajaran; tujuan pembelajaran; alur tujuan pembelajaran; materi; latihan beserta tes; kunci jawaban; pedoman penilaian

Modul ajar 3 berisi identitas dan penggunaan modul; capaian pembelajaran; tujuan pembelajaran; alur tujuan pembelajaran; materi; tes pilihan ganda; tes sunyektif; tes; kunci jawaban; dan pedoman penilaian. Daftar Pustaka dan Identitas Penulis.

1. Hasil Validasi Instrumen

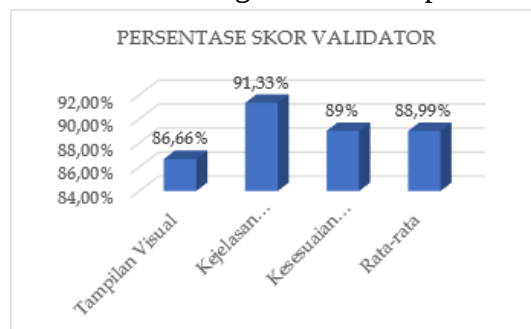
Instrumen lembar validasi kelayakan materi, terdapat aspek aspek. Untuk melihat rekapitulasi perhitungan validasi instrumen kelayakan materi oleh ketiga validator dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram Batang Hasil Penilaian Validator Terhadap Materi.

Berdasarkan pada hasil diatas mendapatkan nilai sebesar 87,91% yang berarti sangat valid digunakan untuk pembelajaran.

Instrumen lembar validasi ahli media, terdapat aspek aspek. Untuk melihat rekapitulasi perhitungan validasi ahli media oleh ketiga validator dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram Batang Hasil Penilaian Validator Terhadap Modul

Berdasarkan pada hasil diatas mendapatkan nilai sebesar 88,99% yang berarti sangat valid

digunakan untuk pembelajaran.

2. Hasil Kepraktisan

Gambar 5 menjelaskan perhitungan instrumen validasi yang digunakan untuk mengevaluasi kepraktisan modul yang diterapkan oleh tiga guru.



Gambar 5. Diagram Batang Hasil Penilaian Kepraktisan Modul

Berdasarkan pada hasil diatas mendapatkan nilai sebesar 85,59% yang berarti sangat praktis digunakan untuk pembelajaran

3. Uji Keefektifan

Deskripsikan minimum maksimum mean dan standart devaiasi, tampilan nilai minimum dan maksimum dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Standar Deskripsi

Descriptive Statistics					
	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Nilai Pretest	28	20	90	51.07	17.499
Nilai Posttest	28	40	100	78.57	16.265
Valid N	28				

Uji *Shapiro-Wilk* dilakukan dengan SPSS.27 untuk menilai kenormalan, dan keluaran yang dihasilkan ditampilkan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Uji Normalitas

Tests of Normality			
	Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.
Nilai Pretest	.129	28	.200
Nilai Posttest	.152	28	.098

Selama uji coba awal, uji *Shapiro-Wilk* menghasilkan nilai signifikansi. Karena kedua nilai tersebut melebihi 0,05, data dianggap terdistribusi normal.

One way annova dengan SPSS 27 digunakan untuk menilai homogenitas, dan keluaran yang dihasilkan disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Uji Homogenitas

Test of Homogeneity of Variance					
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Hasil	Based on Mean	.127	1	54	.723
	Based on Median	.160	1	54	.691
	Based on Median and with adjusted df	.160	1	53.84	.691
	Based on trimmed mean	.160	1	54	.690

Kriteria untuk uji-T sampel berpasangan yang dilakukan dalam SPSS 27, setelah memproses data, disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Uji T-Test

Hasil Belajar	Mean	Std. Deviation	T	df	Sig. (2-tailed)
Ranah Kognitif	27.500	24.889	-5.847	27	.000

Uji-T Sampel Berpasangan menghasilkan nilai 0,000. Hasil Uji-T di bawah 0,05, menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap hasil belajar siswa.

Rumus berikut menyajikan hasil perhitungan uji *N-Gain*.

$$0,562 = \frac{78,57 - 51,07}{100 - 51,07}$$

Hasil uji N-gain dari 28 sampel dengan nilai minimal 0,14 dan nilai maksimal 1,00, rata-rata skor N-Gain sebesar 0,562 nilai ini berada pada interval < 0,7 yang berarti bahwa skor rata-rata N-Gain berada pada kriteria sedang

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat ditarik beberapa kesimpulan. Pertama, modul Project-Based Learning yang didukung oleh perangkat lunak Festo FluidSIM telah divalidasi melalui penilaian materi dan media yang dilakukan oleh tiga validator ahli. Validasi materi menghasilkan skor 87,91%, dan validasi media memperoleh skor 88,99%, yang keduanya masuk dalam kategori "sangat valid", yang menunjukkan bahwa modul tersebut sangat sesuai untuk penggunaan instruksional. Kedua, kepraktisan modul, berdasarkan respons siswa, mencapai skor 85,79%, yang mengkategorikannya sebagai "sangat praktis" dan menunjukkan penerapannya yang tinggi dalam pengaturan kelas. Ketiga, mengenai efektivitas, ada peningkatan yang terukur dalam hasil belajar siswa di seluruh domain kognitif, psikomotorik, dan afektif. Dalam domain kognitif, skor N-gain adalah 0,562, yang diklasifikasikan sebagai sedang. Untuk ranah psikomotorik dan afektif, hasil uji t satu sampel menghasilkan nilai signifikansi 0,00, yang berada di bawah ambang batas 0,05, yang menunjukkan peningkatan yang signifikan secara statistik. Temuan ini menunjukkan bahwa modul pengajaran Festo FluidSIM tidak hanya valid dan praktis tetapi juga efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa, khususnya dalam mata pelajaran pemasangan motor listrik.

Saran

Berdasarkan temuan dan simpulan yang disajikan dalam penelitian ini, beberapa rekomendasi diajukan kepada para pemangku kepentingan yang terlibat dalam proses pendidikan. Bagi sekolah, rekomendasinya adalah memfasilitasi integrasi dan penerapan modul pembelajaran berbasis *Project Based Learning* (PjBL) yang didukung oleh Festo FluidSIM dengan memastikan tersedianya sarana dan prasarana yang memadai. Bagi guru,

modul Festo FluidSIM dapat berfungsi sebagai sumber belajar alternatif yang efektif, khususnya dalam mata kuliah pemasangan motor listrik, untuk membantu meningkatkan hasil belajar siswa. Bagi siswa, modul ini menawarkan kesempatan untuk memperdalam pemahaman dan mengembangkan keterampilan praktis yang relevan dengan pemasangan motor listrik. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk memperluas cakupan penelitian serupa seperti melibatkan beberapa sekolah atau kelas untuk memperoleh hasil yang lebih luas dan lebih dapat digeneralisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Adesfiana, Z. N., Astuti, I., & Enawaty, E. (2022). Pengembangan chatbot berbasis web menggunakan model addie. *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, 10(2), 147–152. <https://doi.org/10.31294/jki.v10i2.14050>
- Aghni, R. I. (2018). Fungsi dan jenis media pembelajaran dalam pembelajaran akuntansi. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 16(1), 98–107. <https://doi.org/10.21831/jpai.v16i1.20173>
- 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>
- Azuai, L., D, H., & Puspita, M. (2025). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Kreatifitas Siswa. *FIKRUNA: Jurnal Ilmiah Kependidikan dan Kemasyarakatan*, 7(3), 1025–1040. <https://doi.org/10.56489/fik.v7i3.344>
- Coletta, V. P., & Steinert, J. J. (2020). Why normalized gain should continue to be used in analyzing preinstruction and postinstruction scores on concept inventories. *Physical Review Physics Education Research*, 16(1), 10108. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.010108>
- Kesumawati, N., Destiniar, D., Octaria, D., Ningsih, Y. L., Fitriasari, P., Mulbasari, A. S., Nopriyanti, T. D., & Retta, A. M. (2021). Pelatihan pembuatan modul ajar bagi guru SMA/SMK di Tebing Tinggi. *ABSYARA: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 2(2), 246–256. <https://doi.org/10.29408/ab.v2i2.4589>
- Kurniati, A., & Nuraini, P. (2020). The Effectiveness of Group Counselling with Monopoly Game Media to Improve the Students' Self-Confidence. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 436, 753–755. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200529.159>
- Sukma, H. H., Sahila, R. A., & Febrilia, Y. (2024). Pedagogical Competence of Elementary School Teachers in Multiliteracy Learning within Independent Curriculum. *Paedagogia*, 27(1), 38. <https://doi.org/10.20961/paedagogia.v27i1.84005>