

Implementasi *Project-Based Learning* berbantuan *Simurelay* pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik di Sekolah Menengah Kejuruan

Fival Pratama^{1*}, Usmeldi¹

¹Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

*Corresponding Author: fivalpratama.unp@email.com

Abstract—This study aimed to investigate the impact of implementing Project-Based Learning (PjBL) assisted by Simurelay on student learning outcomes in the Electrical Motor Installation course at SMK Negeri 1 Sumatera Barat. The research employed a pre-experimental design with a one-group pretest-posttest approach, involving 30 students from class XI TITL. Data were collected through pretest and posttest assessments, as well as practical skill evaluations. The results indicated a moderate improvement in learning outcomes, with a normalized gain score of 0.4. Additionally, 78% of students achieved the learning mastery criteria (KKTP) after the intervention, while 22% did not meet the standards. The practical skills assessment revealed that most students performed well, with 18 students categorized as "good" and 4 as "sufficient." The findings suggest that PjBL supported by Simurelay effectively enhances both cognitive and psychomotor skills in vocational education. This study contributes to the development of innovative teaching methods in technical subjects, emphasizing the integration of technology to improve student engagement and achievement.

Keywords: Project-Based Learning, Simurelay, Learning Outcomes, Electrical Motor Installation, Vocational Education.

I. PENDAHULUAN

Pendidikan kejuruan memiliki peran yang sangat strategis dalam menyiapkan sumber daya manusia yang kompeten, profesional, dan mampu bersaing di dunia kerja maupun dunia industri. Melalui proses pembelajaran yang berorientasi pada penguasaan kompetensi, pendidikan kejuruan tidak hanya menekankan aspek pengetahuan (kognitif), tetapi juga mengembangkan keterampilan (psikomotorik) dan sikap kerja (afektif) yang sesuai dengan kebutuhan industri. Oleh karena itu, proses pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) dituntut mampu memberikan pengalaman belajar yang autentik, kontekstual, dan berpusat pada peserta didik agar lulusan memiliki kesiapan kerja yang optimal [1], [2].

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) merupakan lembaga pendidikan formal yang dirancang untuk membekali peserta didik dengan keterampilan teknis dan pengetahuan praktis sesuai dengan bidang keahlian yang dipilih [3], [4]. Salah satu kompetensi keahlian yang memiliki peran penting dalam mendukung kebutuhan tenaga kerja di sektor industri adalah Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL). Pada kompetensi ini, mata pelajaran Instalasi Motor Listrik menjadi salah satu mata pelajaran inti karena membahas prinsip kerja, perancangan, pemasangan, pengoperasian, serta pengendalian motor listrik yang banyak diterapkan pada berbagai sistem industri. Penguasaan mata pelajaran ini menuntut siswa tidak hanya memahami konsep-konsep teoritis, tetapi juga mampu menerapkannya dalam kegiatan praktik secara tepat dan aman.

Namun demikian, realitas di lapangan menunjukkan bahwa proses pembelajaran pada mata pelajaran Instalasi Motor Listrik masih menghadapi berbagai tantangan. Berdasarkan hasil observasi di SMK Negeri 1 Sumatera Barat, media pembelajaran yang digunakan masih terbatas pada papan tulis, presentasi PowerPoint, perangkat lunak Festo Fluidsim, serta beberapa peralatan praktik konvensional yang jumlahnya relatif terbatas. Kondisi tersebut menyebabkan kesempatan siswa untuk melakukan praktik secara langsung menjadi kurang optimal karena penggunaan peralatan harus dilakukan secara bergantian. Akibatnya, keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran menjadi kurang maksimal, terutama dalam mengembangkan keterampilan merancang dan mensimulasikan rangkaian instalasi motor listrik.

Keterbatasan sarana praktik tersebut juga berdampak pada rendahnya hasil belajar siswa. Sebagian besar peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami hubungan antara konsep teori dan implementasi

praktik, sehingga kemampuan mereka dalam menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan instalasi motor listrik belum berkembang secara optimal. Kondisi ini tercermin dari capaian hasil belajar siswa yang sebagian besar masih berada di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Data mengenai capaian hasil belajar siswa sebelum dilakukan tindakan penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Instalasi Motor Listrik XI TITL

No.	Kelas	Jumlah Siswa	Nilai UTS Mata pelajaran Instalasi Motor listrik			
			KKTP > 75		KKTP < 75	
			Jumlah Siswa	%	Jumlah Siswa	%
1.	XI TITL 1	30	10	33%	20	66%
2.	XI TITL 2	30	9	32%	21	67%

Salah satu pendekatan yang dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran adalah model *Project-Based Learning* (PjBL). PjBL mendorong siswa untuk aktif mengonstruksi pengetahuan melalui penyelesaian proyek yang autentik dan bermakna, sehingga keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah dapat terasah secara alami [5]. Model ini juga efektif dalam meningkatkan motivasi belajar, karena melibatkan peserta didik secara langsung dalam kegiatan belajar yang menantang dan relevan [6].

Namun, implementasi PjBL membutuhkan dukungan media yang mendukung proses eksplorasi secara mandiri. Dalam konteks ini, Simurelay hadir sebagai media simulasi berbasis Android yang memungkinkan siswa merancang dan mensimulasikan sistem kontrol motor listrik secara virtual sebelum melakukan praktik nyata. Aplikasi ini tidak hanya hemat biaya dan mudah diakses, tetapi juga memfasilitasi pembelajaran mandiri dan meningkatkan pemahaman konsep kelistrikan secara visual [7], [4].

Simurelay memberikan solusi atas keterbatasan media fisik dengan menawarkan simulasi rangkaian kontrol yang interaktif dan dapat diakses melalui perangkat smartphone. Penggunaan Simurelay dalam pembelajaran berbasis proyek tidak hanya meningkatkan efisiensi waktu dan keamanan eksperimen, tetapi juga memungkinkan siswa lebih memahami konsep dasar kelistrikan secara visual dan aplikatif [7], [8]. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji implementasi model *Project-Based Learning* berbantuan Simurelay terhadap peningkatan hasil belajar siswa pada mata pelajaran Instalasi Motor Listrik di SMK Negeri 1 Sumatera Barat. Fokus utama penelitian ini adalah mengevaluasi efektivitas model tersebut dalam meningkatkan capaian ranah kognitif dan psikomotorik siswa. Dengan demikian, diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi alternatif inovatif dalam mengatasi permasalahan pembelajaran praktik di SMK.

II. METODE

Jenis penelitian ini adalah eksperimen awal (*pre-experimental*) dengan desain *one-group pretest-posttest*. Dalam desain ini, sebelum perlakuan terlebih dahulu diberikan *pretest* (tes awal). Desain ini dilakukan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar dan persentase ketuntasan hasil belajar setelah penerapan model *Project-Based Learning* berbantu *simurelay* [9].

Tabel 2. Pre-Eksperimen One Group Pretest Posttest

<i>Pretest</i>	<i>Treatment</i>	<i>Posttest</i>
O ₁	X	O ₂

Keterangan :

- O₁ = Nilai *pretest* sebelum menggunakan model *Project-Based Learning* berbantu *Simurelay*
- O₂ = Nilai *posttest* setelah menggunakan model *Project-Based Learning* berbantu *Simurelay*
- X = Perlakuan menggunakan *Project-Based Learning* berbantu *Simurelay*

A. Instrumen Penelitian

Instrumen pengumpulan data dilakukan 2 jenis yaitu dengan *pretest*, *posttest* dan pada kompetensi keterampilan siswa. Untuk kemampuan awal siswa diukur dari nilai *pretest* pada mata pelajaran Instalasi Motor Listrik pada kelas XI TITL yang berjumlah 28 orang, pada *posttest* digunakan untuk mengetahui kemampuan akhir siswa setelah diterapkan model *Project-Based Learning* berbantu *simurelay*. Sedangkan pada keterampilan siswa digunakan pada saat praktik berlangsung. Sebelum dilakukan penelitian implementasi *Project-Based Learning*

berbantu *Simurelay*, maka instrumen berupa soal *pretest* dan *posttest* dan keterampilan siswa yang digunakan divalidasi oleh validator sesuai dengan bidangnya masing-masing. Uji *pretest* dan *posttest*

1. Uji instrumen *Pretest* dan *Posttest*

a. Uji Validitas

Sebuah soal dikatakan valid apabila soal tersebut dapat mengukur apa yang hendak diukur, dan mempunyai dukungan yang benar terhadap skor total. Harga *Y_{pbi}* disesuaikan dengan harga *table* pada taraf signifikansi 5% apabila *Y_{pbi}* dihitung < *table* maka butir soal tidak dinyatakan valid. Berdasarkan analisis validitas dari 25 soal uji coba *pretest* dan *posttest* didapatkan 20 soal valid dan 5 soal tidak valid. Dengan menggunakan rumus :

b. Uji reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui Tingkat ketetapan suatu test, apabila dilakukan pada subjek yang sama untuk reliabilitas. Berdasarkan analisis reliabilitas soal uji coba *pretest* dan *posttest*. Untuk soal *pretest*, memiliki nilai reliabilitas sebesar 0,481. Harga tersebut dikategorikan cukup. Soal *posttest* memiliki harga reliabilitas 1,0 dikategorikan sangat tinggi

c. Tingkat kesukaran soal

Uji tingkat kesukaran soal adalah suatu bilangan yang menunjukkan apakah soal yang dibuat termasuk sukar, sedang, atau mudah. Berdasarkan perhitungan indeks kesukaran soal, untuk uji coba *pretest* soal yang termasuk kategori 9 soal sedang, 8 soal sukar, 8 soal mudah, pada soal *posttest* perhitungan indeks kesukaran soal terdapat 8 soal mudah, 5 soal sukar, 12 soal sedang.

d. Menghitung daya pembeda

Daya pembeda adalah apabila suatu butiran soal merupakan indikator untuk membedakan antara siswa yang pintar (berkemampuan tinggi) dengan siswa yang kurang pintar (berkemampuan rendah) Saat analisis daya beda soal uji coba *pretest* terdapat 1 soal dikategorikan baik sekali, 6 soal dikategorikan cukup, 13 soal dikategorikan baik, 5 soal jelek. Pada soal *posttest* terdapat 10 soal jelek, 8 soal cukup, 7 soal baik, dan tidak terdapat soal yang dikategorikan baik sekali pada uji *posttest*.

2. Instrumen keterampilan

Metode yang digunakan untuk mengukur penilaian keterampilan siswa dengan menggunakan lembar penilaian keterampilan dan dilaksanakan melalui pengamatan. Penilaian dapat dilakukan pada saat praktikum berlangsung, dengan menggunakan lembar penilaian keterampilan, lembar keterampilan dikembangkan dengan mengetahui tingkatan taksonomi rana psikomotorik.

Tabel 3. Kisi-Kisi Penilaian Keterampilan

No.	Aspek Penilaian	Indikator	Jumlah item
1.	Perencanaan <i>Project</i>	1.1. Membuat rancangan rangkaian start delta dengan <i>simurelay</i> 1.2. Menyusun waktu pekerjaan <i>project</i> 1.3. Mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan 1.4. Mengidentifikasi kebutuhan komponen	4
2.	Proses Pengerjaan	2.1. Menggunakan <i>simurelay</i> sesuai prosedur 2.2. Melakukan simulasi rangkaian dengan menggunakan aplikasi <i>simurelay</i> 2.3. Menerapkan K3 dalam praktik 2.4. Bekerja sama dengan kelompok	4
3.	Hasil Project	3.1. Kesesuaian hasil simulasi dengan perencanaan 3.2. Fungsi rangkaian berjalan dengan baik 3.3. Kerapian hasil kerja	3
Jumlah			11

B. Teknik analisis data

1. Uji N-Gain Score

Uji Gain ternormalisasi (g) untuk memberikan gambaran umum peningkatan hasil belajar siswa antara sebelum dan sesudah pembelajaran. Nilai pretest dan posttest dibandingkan dengan menggunakan rumus Gain Score. Menurut Hake[7]

$$\langle G \rangle = \frac{Sf - Si}{100 - Si} \quad (1)$$

Tabel 4. Kriteria Gain Score

<i>Gain score ternormalisasi</i>	Kriteria
$\langle G \rangle \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq \langle G \rangle < 0,7$	Sedang
$\langle G \rangle < 0,3$	Rendah

Sumber : Hake (1999)

2. Presentasi ketuntasan hasil belajar

Analisis ketuntasan hasil belajar peserta didik diperoleh dari soal posttest siswa yang diperoleh bertujuan untuk mengetahui tingkat ketuntasan nilai siswa (75). Untuk menghitung ketuntasan hasil belajar dapat menggunakan rumus:

$$\text{ketuntasan hasil belajar} = \frac{\text{jumlah siswa yang tuntas belajar}}{\text{jumlah siswa}} \times 100\% \quad (2)$$

3. Kompetensi keterampilan

Analisis data kompetensi keterampilan siswa dapat diketahui dengan menggunakan rumus:

$$K = \frac{Sa}{Sm} \times 100\% \quad (3)$$

Tabel 5. Kriteria Penilaian Keterampilan

No.	Nilai	Predikat	Kriteria
1.	85 -100	A	Sangat baik
2.	70 -85	B	Baik
3.	55-70	C	Cukup
4.	≤ 55	D	Kurang

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

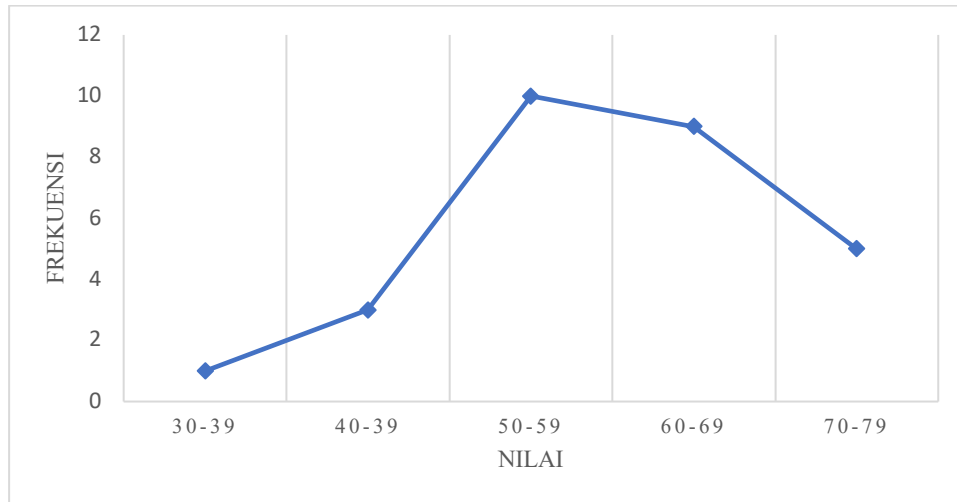
Setelah melakukan eksperimen terhadap 28 siswa kelas XI TITL di SMK Negeri 1 Sumatera Barat melalui penerapan model pembelajaran Project-Based Learning Berbantu Simurelay didapatkan hasil berupa daya. Data penelitian ini merupakan data hasil belajar dan keterampilan siswa, dengan memberikan pretest dan posttest. Pretest diberikan untuk melihat kemampuan awal siswa, posttest diberikan untuk mengetahui perbedaan hasil belajar siswa setelah diberikan perlakuan model pembelajaran Project-Based Learning Berbantu Simurelay, sedangkan praktikum siswa untuk melihat hasil keterampilan siswa setelah, implementasi Project-Based Learning Berbantu Simurelay.

1. Deskripsi Data

a. Deskripsikan Data Pretest

Berdasarkan hasil analisis data awal yang diperoleh melalui pelaksanaan pretest, diketahui bahwa kemampuan awal siswa pada mata pelajaran Instalasi Motor Listrik masih tergolong rendah. Pretest dilaksanakan sebelum siswa mengikuti proses pembelajaran menggunakan model Project-Based Learning (PjBL) berbantuan aplikasi Simurelay. Pelaksanaan pretest bertujuan untuk mengetahui tingkat pemahaman awal siswa terhadap materi yang akan dipelajari sekaligus menjadi dasar pembandingan dalam menilai peningkatan hasil belajar setelah diberikan perlakuan.

Hasil pretest terhadap 28 siswa menunjukkan bahwa nilai tertinggi yang diperoleh adalah 68, sedangkan nilai terendah adalah 36. Berdasarkan perhitungan statistik deskriptif, diperoleh nilai rata-rata pretest sebesar 57,43 dengan simpangan baku sebesar 18,59. Nilai rata-rata tersebut menunjukkan bahwa secara umum tingkat penguasaan awal siswa terhadap materi Instalasi Motor Listrik masih berada di bawah Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) yang ditetapkan, yaitu 75. Adapun distribusi frekuensi nilai pretest siswa dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar. 1. Grafik nilai Pretest

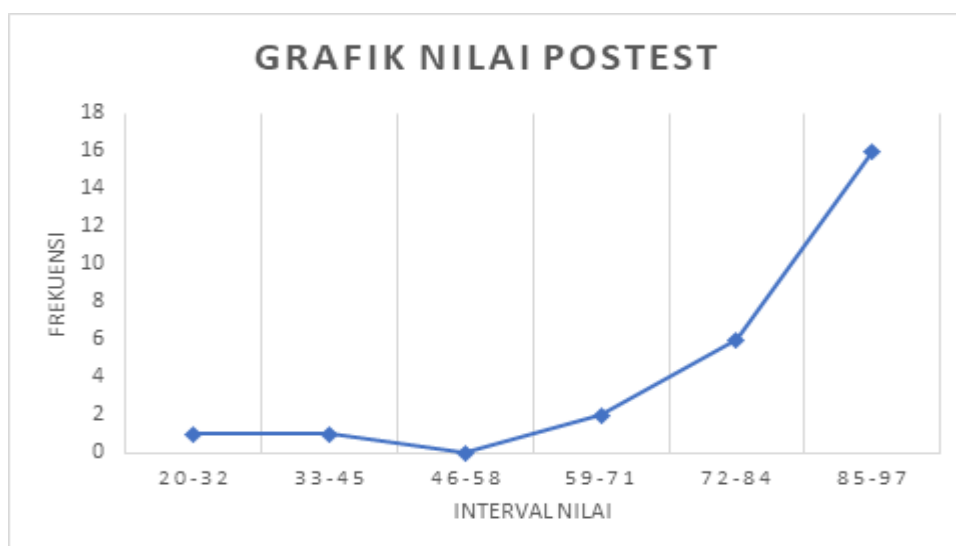
Berdasarkan visualisasi data pada Gambar 1, dapat diketahui bahwa seluruh siswa belum mencapai kriteria ketuntasan pembelajaran. Hal ini dibuktikan dengan nilai tertinggi yang hanya mencapai 68, sehingga masih berada di bawah batas KKTP sebesar 75. Dengan demikian, tidak terdapat siswa yang dinyatakan tuntas pada tahap pretest. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kemampuan awal siswa dalam memahami konsep, prinsip kerja, serta perancangan rangkaian Instalasi Motor Listrik masih belum memadai.

Rendahnya hasil pretest juga mengindikasikan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam menghubungkan materi teoritis dengan penerapannya dalam kegiatan praktik. Oleh karena itu, diperlukan suatu model pembelajaran yang mampu melibatkan siswa secara aktif, memberikan pengalaman belajar yang kontekstual, serta memfasilitasi siswa dalam merancang dan mensimulasikan rangkaian instalasi motor listrik. Hasil pretest ini selanjutnya digunakan sebagai data awal untuk menilai efektivitas penerapan model Project-Based Learning berbantuan Simurelay terhadap peningkatan hasil belajar siswa.

b. Deskripsi Data *Posttest*

Berdasarkan hasil analisis data posttest, diketahui bahwa hasil belajar siswa mengalami peningkatan setelah diterapkannya model Project-Based Learning (PjBL) berbantuan aplikasi Simurelay. Posttest dilaksanakan setelah seluruh siswa mengikuti rangkaian kegiatan pembelajaran dan menyelesaikan proyek yang berkaitan dengan materi Instalasi Motor Listrik. Pelaksanaan posttest bertujuan untuk mengetahui tingkat penguasaan siswa terhadap materi setelah diberikan perlakuan serta membandingkannya dengan kemampuan awal yang diperoleh melalui pretest.

Hasil analisis statistik deskriptif menunjukkan bahwa nilai tertinggi yang diperoleh siswa pada posttest adalah 96, sedangkan nilai terendah adalah 20. Nilai rata-rata posttest mencapai 82,77 dengan simpangan baku sebesar 17,880. Nilai rata-rata tersebut telah berada di atas Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) yang ditetapkan, yaitu 75. Hal ini menunjukkan bahwa secara umum siswa telah memiliki pemahaman yang lebih baik terhadap konsep dan penerapan Instalasi Motor Listrik setelah mengikuti pembelajaran menggunakan model PjBL berbantuan Simurelay. Distribusi frekuensi nilai posttest siswa dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar. 2. Grafik Nilai Posttest

Berdasarkan distribusi frekuensi pada Gambar 2, interval nilai 91–96 merupakan interval dengan frekuensi tertinggi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa cukup banyak siswa memperoleh nilai pada kategori tinggi setelah mengikuti proses pembelajaran. Pergeseran distribusi nilai ke interval yang lebih tinggi juga mengindikasikan adanya peningkatan penguasaan materi dibandingkan dengan hasil pretest. Melalui kegiatan berbasis proyek dan penggunaan aplikasi Simurelay, siswa memperoleh kesempatan untuk memahami konsep, merancang rangkaian, melakukan simulasi, serta mengevaluasi hasil pekerjaan secara lebih aktif dan sistematis.

Ditinjau dari ketuntasan belajar, sebanyak 22 siswa telah mencapai nilai sesuai atau di atas KKTP, sedangkan 6 siswa lainnya masih belum mencapai ketuntasan. Dengan demikian, dari 28 siswa yang mengikuti pembelajaran, persentase ketuntasan klasikal mencapai 78,57%, sedangkan persentase siswa yang belum tuntas sebesar 21,43%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar siswa telah berhasil mencapai kompetensi yang ditetapkan setelah diterapkannya model Project-Based Learning berbantuan Simurelay.

Meskipun demikian, masih terdapat beberapa siswa yang memperoleh hasil belajar di bawah kriteria ketuntasan. Kondisi tersebut dapat dipengaruhi oleh perbedaan kemampuan awal, tingkat pemahaman, keaktifan selama kegiatan proyek, serta kemampuan siswa dalam menggunakan aplikasi simulasi. Oleh karena itu, siswa yang belum mencapai ketuntasan memerlukan kegiatan remedial, pendampingan, dan latihan tambahan agar dapat menguasai kompetensi Instalasi Motor Listrik secara lebih optimal. Secara keseluruhan, hasil posttest menunjukkan bahwa penerapan model PjBL berbantuan Simurelay memberikan dampak positif terhadap peningkatan hasil belajar siswa.

2. Peningkatan hasil belajar

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan terhadap 28 siswa, peningkatan hasil belajar dianalisis dengan membandingkan nilai pretest dan posttest menggunakan rumus N-Gain Score. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai N-Gain yang diperoleh sebesar 0,40. Berdasarkan kriteria interpretasi N-Gain, nilai tersebut termasuk dalam kategori sedang. Temuan ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan hasil belajar siswa setelah mengikuti pembelajaran menggunakan model Project-Based Learning (PjBL) berbantuan aplikasi Simurelay.

Peningkatan tersebut mengindikasikan bahwa penerapan PjBL berbantuan Simurelay mampu memberikan pengaruh positif terhadap pemahaman siswa pada mata pelajaran Instalasi Motor Listrik. Melalui kegiatan berbasis proyek, siswa memperoleh kesempatan untuk terlibat secara aktif dalam merancang, menyusun, dan mengevaluasi rangkaian instalasi motor listrik. Penggunaan Simurelay juga membantu siswa memvisualisasikan prinsip kerja rangkaian kontrol secara lebih konkret sebelum melakukan kegiatan praktik langsung.

Nilai N-Gain yang berada pada kategori sedang menunjukkan bahwa model pembelajaran yang diterapkan cukup efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa, meskipun peningkatan yang diperoleh belum mencapai kategori tinggi. Kondisi ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti perbedaan kemampuan awal siswa, tingkat keaktifan dalam menyelesaikan proyek, kemampuan menggunakan aplikasi Simurelay, serta keterbatasan waktu pelaksanaan pembelajaran. Secara keseluruhan, hasil analisis N-Gain memperkuat temuan bahwa penerapan model Project-Based Learning berbantuan Simurelay pada mata pelajaran Instalasi Motor Listrik di kelas XI TITL SMK Negeri 1 Sumatera Barat mampu meningkatkan hasil belajar siswa. Dengan demikian, model pembelajaran

ini dapat digunakan sebagai salah satu alternatif pembelajaran yang mendukung penguasaan konsep, keterampilan pemecahan masalah, dan kemampuan siswa dalam merancang rangkaian instalasi motor listrik.

3. Ketuntasan hasil belajar

Berdasarkan hasil analisis ketuntasan belajar sebelum penerapan model pembelajaran, diketahui bahwa seluruh siswa belum mencapai Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP). Pada tahap pretest, nilai tertinggi yang diperoleh siswa adalah 68, sedangkan batas ketuntasan yang ditetapkan sebesar 75. Dengan demikian, tidak terdapat siswa yang dinyatakan tuntas sebelum diberikan perlakuan. Kondisi ini menunjukkan bahwa kemampuan awal siswa dalam memahami materi Instalasi Motor Listrik masih tergolong rendah dan belum memenuhi kompetensi yang diharapkan.

Setelah diterapkan model Project-Based Learning (PjBL) berbantuan aplikasi Simurelay, hasil posttest menunjukkan adanya peningkatan ketuntasan belajar yang cukup signifikan. Sebanyak 22 dari 28 siswa atau sebesar 78,57% telah mencapai nilai sesuai atau di atas KKTP. Sementara itu, sebanyak 6 siswa atau sebesar 21,43% masih memperoleh nilai di bawah kriteria ketuntasan. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa sebagian besar siswa telah mampu menguasai materi pembelajaran setelah mengikuti kegiatan berbasis proyek dengan dukungan aplikasi Simurelay.

Secara keseluruhan, perbandingan hasil pretest dan posttest menunjukkan perubahan tingkat ketuntasan belajar yang positif. Sebelum diberikan perlakuan, seluruh siswa belum mencapai KKTP. Namun, setelah penerapan model PjBL berbantuan Simurelay, lebih dari tiga perempat jumlah siswa berhasil mencapai ketuntasan belajar. Peningkatan ini mengindikasikan bahwa kegiatan pembelajaran berbasis proyek, yang memberikan kesempatan kepada siswa untuk merancang, menyimulasikan, menguji, dan mengevaluasi rangkaian instalasi motor listrik, mampu membantu siswa memahami materi secara lebih konkret dan sistematis.

Meskipun demikian, masih terdapat enam siswa yang belum mencapai KKTP. Oleh karena itu, diperlukan kegiatan tindak lanjut berupa pembelajaran remedial, latihan tambahan, serta pendampingan khusus agar siswa tersebut dapat mencapai kompetensi yang ditetapkan. Dengan demikian, penerapan Project-Based Learning berbantuan Simurelay dapat dinilai memberikan dampak positif terhadap peningkatan ketuntasan hasil belajar siswa pada mata pelajaran Instalasi Motor Listrik.

4. Kompetensi keterampilan

Berdasarkan hasil penilaian keterampilan yang dilakukan terhadap 28 siswa kelas XI TITL di SMK Negeri 1 Sumatera Barat, diperoleh bahwa sebanyak 18 siswa atau 64,29% mendapatkan predikat baik, 4 siswa atau 14,29% memperoleh predikat cukup, dan 6 siswa atau 21,43% masih berada pada predikat kurang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar siswa telah memiliki keterampilan yang baik setelah mengikuti pembelajaran menggunakan model Project-Based Learning (PjBL) berbantuan aplikasi Simurelay.

Capaian keterampilan tersebut mengindikasikan bahwa penerapan PjBL berbantuan Simurelay mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih aktif dan kontekstual kepada siswa. Melalui kegiatan proyek, siswa memperoleh kesempatan untuk merancang, menyusun, menyimulasikan, dan mengevaluasi rangkaian Instalasi Motor Listrik secara sistematis. Penggunaan aplikasi Simurelay juga membantu siswa memahami hubungan antara simbol, komponen, dan prinsip kerja rangkaian sebelum menerapkannya dalam kegiatan praktik.

Meskipun sebagian besar siswa telah memperoleh predikat baik, masih terdapat beberapa siswa yang berada pada kategori cukup dan kurang. Kondisi ini menunjukkan bahwa kemampuan keterampilan siswa belum sepenuhnya merata. Perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh kemampuan awal, tingkat keaktifan selama proses pembelajaran, pemahaman terhadap prosedur kerja, kemampuan menggunakan aplikasi Simurelay, serta ketelitian dalam menyelesaikan proyek.

Secara keseluruhan, hasil penilaian menunjukkan bahwa implementasi model Project-Based Learning berbantuan Simurelay memberikan dampak positif terhadap pengembangan keterampilan siswa pada mata pelajaran Instalasi Motor Listrik. Namun, diperlukan tindak lanjut berupa pendampingan, latihan tambahan, dan kegiatan remedial keterampilan bagi siswa yang masih berada pada kategori cukup dan kurang agar seluruh siswa dapat mencapai kompetensi yang diharapkan.

B. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model PjBL berbantuan aplikasi Simurelay memberikan dampak positif terhadap hasil belajar siswa pada mata pelajaran Instalasi Motor Listrik. Berdasarkan hasil analisis menggunakan N-Gain Score, diperoleh nilai sebesar 0,40 yang berada pada kategori sedang. Temuan ini menunjukkan bahwa penerapan PjBL berbantuan Simurelay mampu meningkatkan penguasaan konsep siswa secara signifikan dibandingkan dengan kondisi sebelum perlakuan. Meskipun peningkatan yang diperoleh belum

mencapai kategori tinggi, hasil tersebut mengindikasikan bahwa model pembelajaran yang diterapkan telah mampu memperbaiki kualitas proses belajar dan memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna bagi siswa.

Peningkatan hasil belajar tersebut sejalan dengan karakteristik Project-Based Learning yang menempatkan siswa sebagai pusat pembelajaran (*student-centered learning*). Melalui penyelesaian proyek, siswa dituntut untuk mengidentifikasi masalah, merancang solusi, melakukan simulasi, mengevaluasi hasil pekerjaan, dan mempresentasikan hasil proyek yang telah diselesaikan. Aktivitas tersebut mendorong siswa membangun pengetahuannya sendiri melalui pengalaman belajar yang autentik sehingga pemahaman konsep menjadi lebih mendalam dibandingkan pembelajaran yang berpusat pada guru. Temuan penelitian ini memperkuat hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penerapan PjBL secara konsisten mampu meningkatkan hasil belajar siswa pada aspek pengetahuan maupun keterampilan praktik di bidang pendidikan vokasi [10], [11].

Selain meningkatkan hasil belajar, implementasi PjBL berbantuan Simurelay juga berdampak terhadap ketuntasan belajar. Sebelum perlakuan diberikan, tidak terdapat siswa yang mencapai Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP), karena nilai tertinggi pada pretest hanya mencapai 68, sedangkan batas ketuntasan ditetapkan sebesar 75. Setelah pembelajaran menggunakan PjBL berbantuan Simurelay diterapkan, sebanyak 22 dari 28 siswa (78,57%) berhasil mencapai ketuntasan belajar. Peningkatan persentase ketuntasan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek mampu membantu sebagian besar siswa memahami materi secara lebih efektif melalui aktivitas belajar yang bersifat kontekstual, kolaboratif, dan berorientasi pada penyelesaian masalah. Hasil ini konsisten dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa PjBL mampu meningkatkan ketuntasan hasil belajar karena memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengintegrasikan teori dengan praktik secara langsung [12], [13].

Meskipun demikian, masih terdapat 6 siswa (21,43%) yang belum mencapai ketuntasan belajar. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa efektivitas suatu model pembelajaran juga dipengaruhi oleh karakteristik peserta didik. Beberapa faktor yang diduga menjadi penyebab belum optimalnya hasil belajar pada sebagian siswa antara lain perbedaan kemampuan awal, variasi gaya belajar, kemampuan berpikir analitis, motivasi belajar, kemampuan mengoperasikan media pembelajaran berbasis teknologi, serta keterbatasan waktu adaptasi terhadap penggunaan aplikasi Simurelay. Selain itu, intensitas praktik yang relatif terbatas juga dapat memengaruhi penguasaan kompetensi siswa yang memiliki kemampuan awal lebih rendah. Oleh karena itu, diperlukan strategi tindak lanjut berupa pembelajaran remedial, pendampingan individual, maupun penerapan pembelajaran diferensiasi agar seluruh siswa memperoleh kesempatan yang sama untuk mencapai kompetensi yang ditetapkan [14], [15], [16].

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa implementasi PjBL berbantuan Simurelay memberikan dampak positif terhadap kompetensi keterampilan siswa. Berdasarkan hasil penilaian keterampilan, sebanyak 18 siswa (64,29%) memperoleh kategori baik, 4 siswa (14,29%) memperoleh kategori cukup, dan 6 siswa (21,43%) berada pada kategori kurang. Temuan ini mengindikasikan bahwa sebagian besar siswa telah mampu merancang, menyusun, dan mensimulasikan rangkaian Instalasi Motor Listrik sesuai dengan prosedur yang benar. Pengembangan keterampilan tersebut merupakan salah satu karakteristik utama pembelajaran berbasis proyek yang menekankan aktivitas praktik, pemecahan masalah, kolaborasi, dan penyelesaian produk nyata. Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan lainnya yang melaporkan bahwa PjBL secara signifikan mampu meningkatkan kompetensi psikomotorik siswa karena memberikan kesempatan untuk belajar melalui pengalaman langsung (*learning by doing*) [13], [17].

Keberhasilan implementasi model PjBL dalam penelitian ini juga dipengaruhi oleh penggunaan Simurelay sebagai media pembelajaran berbasis simulasi. Simurelay memungkinkan siswa melakukan perancangan dan pengujian rangkaian instalasi motor listrik secara virtual sebelum melakukan praktik pada peralatan sebenarnya. Penggunaan media simulasi memberikan beberapa keuntungan, di antaranya mengurangi risiko kesalahan instalasi, meningkatkan efisiensi penggunaan peralatan laboratorium, mempermudah visualisasi hubungan antar komponen, serta memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengulang proses pembelajaran tanpa dibatasi oleh ketersediaan alat praktik. Kondisi tersebut sangat relevan dengan karakteristik pendidikan vokasi yang menuntut keseimbangan antara penguasaan teori dan keterampilan praktik. Temuan ini mendukung hasil penelitian lainnya yang menunjukkan bahwa penggunaan Simurelay dalam pembelajaran berbasis proyek mampu meningkatkan kompetensi, kreativitas, serta keterlibatan aktif siswa selama proses pembelajaran [9], [18], [19].

Walaupun demikian, hasil penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Penelitian menggunakan desain *One-Group Pretest–Posttest*, sehingga peningkatan hasil belajar belum dapat dibandingkan secara langsung dengan kelas yang menggunakan model pembelajaran lain. Selain itu, penelitian hanya dilakukan pada satu kelas di satu sekolah sehingga generalisasi hasil penelitian masih terbatas. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan desain eksperimen dengan kelompok kontrol, melibatkan jumlah sampel yang lebih besar, serta mengkaji pengaruh PjBL berbantuan Simurelay terhadap aspek lain seperti motivasi belajar, kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kemampuan pemecahan masalah, dan kesiapan kerja siswa.

Secara keseluruhan, hasil penelitian membuktikan bahwa Project-Based Learning berbantuan Simurelay merupakan strategi pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa pada mata pelajaran Instalasi Motor Listrik, baik pada aspek pengetahuan maupun keterampilan praktik. Integrasi pembelajaran berbasis proyek dengan media simulasi digital mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih aktif, kontekstual, dan berorientasi pada kebutuhan dunia industri. Oleh karena itu, model pembelajaran ini layak dipertimbangkan sebagai salah satu alternatif pembelajaran pada program keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik di SMK, khususnya pada materi yang menuntut penguasaan konsep sekaligus keterampilan praktik [20], [21], [22].

IV. KESIMPULAN

Implementasi Project-Based Learning berbantuan simurelay ditinjau dari pengetahuan dan keterampilan. Implementasi Project-Based Learning berbantuan simurelay pada materi Instalasi Motor Listrik di SMK Negeri 1 Sumatera Barat dapat meningkatkan hasil belajar dengan kriteria sedang. Setelah implementasi model Project-Based Learning berbantuan Simurelay, sebagian besar siswa yang menjadi sampel penelitian berhasil memenuhi kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran. Dengan demikian, dapat dinyatakan bahwa model pembelajaran ini membantu siswa mencapai tujuan pembelajaran pada materi Instalasi Motor Listrik. Hasil penilaian keterampilan dapat dinyatakan bahwa sebagian besar keterampilan siswa berada pada kriteria baik setelah implementasi model Project-Based Learning berbantuan Simurelay.

REFERENSI

- [1] D. T. P. Yanto, M. Kabatiah, H. Zaswita, G. Giatman, and H. Effendi, "Development of Virtual Learning using Problem-Based Learning Models for Vocational Education Students," *ELINVO (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, vol. 7, no. 2, pp. 163–172, 2022, doi: 10.21831/elinvo.v7i2.52473.
- [2] O. Candra and D. T. P. Yanto, "The Active Learning Strategy ' Everyone Is A Teacher Here ' To Improve Studet Learning Outcomes," *Jurnal Pajar (Pendidikan dan Pengajaran)*, vol. 4, no. 3, pp. 616–623, 2020.
- [3] Z. Ma and W. Li, "Design of online teaching interaction mode for vocational education based on gamified-learning," *Entertain. Comput.*, vol. 50, p. 100647, May 2024, doi: 10.1016/J.ENTCOM.2024.100647.
- [4] J. V. Steindorff, L. M. Redlich, D. Paulicke, and P. Jahn, "Use and Design of Virtual Reality–Supported Learning Scenarios in the Vocational Qualification of Nursing Professionals: Scoping Review," *JMIR Serious Games*, vol. 12, Jan. 2024, doi: 10.2196/53356.
- [5] A. Dwiantoro and I. Basuki, "Analisis Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Peningkatan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Instalasi Penerangan Listrik Di SMK," *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 10, no. 01, pp. 81–88, 2021, doi: 10.26740/jpte.v10n01.p81-88.
- [6] JB. S. Sunaryo, "Penerapan Model Project Based Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Mata Pelajaran Prakarya dan Kewirausahaan JB.," *Jurnal Karya Ilmiah Guru*, vol. 8, no. 1, pp. 713–722, 2023.
- [7] R. Anggraini and Ta'ali, "Penerapan Project-Based Learning pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik," *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 04, no. 02, pp. 233–241, 2023.
- [8] I. Nurhayati, S. I. Haryudo, and B. Suprijono, "Pengaruh Jobsheet Berbantuan Software Simurelay Berbasis Pembelajaran Proyek Untuk Meningkatkan Kompetensi Siswa Kelas XI TITL di SMKN 7 Surabaya," *Journal of Vocational and Technical Education (JVTE)*, vol. 5, no. 2, pp. 145–152, 2023, doi: 10.26740/jvte.v5n2.p145-152.
- [9] N. P. A. Wijayanti, L. P. E. Damayanthi, I. M. G. Sunarya, and I. M. Putrama, "Pengembangan E-Modul Berbasis Project Based Learning Pada Mata Pelajaran Simulasi Digital Untuk Siswa Kelas X Studi Kasus Di Smk Negeri 2 Singaraja," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 13, no. 2, pp. 184–197, 2016, doi: 10.23887/jptk-undiksha.v13i2.8526.
- [10] R. Francese, C. Gravino, M. Risi, G. Scanniello, and G. Tortora, "Using Project-Based-Learning in a mobile application development course-An experience report," *J. Vis. Lang. Comput.*, vol. 31, pp. 196–205, 2015, doi: 10.1016/j.jvlc.2015.10.019.
- [11] S. Amamou and L. Cheniti-Belcadhi, "Tutoring in Project-Based Learning," in *Procedia Computer Science*, Elsevier B.V., 2018, pp. 176–185. doi: 10.1016/j.procS.2018.07.221.
- [12] D. T. P. Yanto, E. Astrid, and R. Hidayat, "The achievement of four student competencies in domestic electrical installations using a project-based learning model," in *Borderless Education as a Challenge in the*

5.0 Society: Proceedings of the 3rd International Conference on Educational Sciences (ICES 2019), Bandung: Routledge, 2020, p. 349.

- [13] F. Eliza, S. Suriyadi, and D. T. P. Yanto, "Penerapan Model Pembelajaran Project Based Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa," vol. 1, no. 1, pp. 2–5, 2017.
- [14] I. K. A. Winaya, I. G. M. Darmawiguna, and I. G. P. Sindu, "Pengembangan E-Modul Berbasis Project Based Learning Pada Mata Pelajaran Pemrograman Web Kelas X Di Smk Negeri 3 Singaraja," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 13, no. 2, pp. 198–211, 2016, doi: 10.23887/jptk-undiksha.v13i2.8527.
- [15] C. Syihab and M. Ali, "Pengembangan Modul Pembelajaran Gambar Teknik Autocad Berbasis Project Based Learning Untuk SMK Program Keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik," *Jurnal Pendidikan Teknik Mekatronika*, vol. 8, no. 4, pp. 327–334, 2018.
- [16] F. Eliza, S. Suriyadi, and D. T. P. Yanto, "Peningkatan Kompetensi Psikomotor Siswa Melalui Model Pembelajaran Project Based Learning (PjBL) di SMKN 5 Padang : PDS Project," *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, vol. 19, no. 2, pp. 58–66, 2019, doi: <https://doi.org/10.24036/invotek.v19i2.427>.
- [17] F. Eliza, S. Syamsuarnis, D. E. Myori, and H. Hamdani, "Project Based Learning in Lighting Instalations for Simple Buildings Course," *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, vol. 17, no. 1, pp. 1–10, 2017, doi: 10.24036/invotek.v17i1.13.
- [18] D. T. P. Yanto, Sukardi, M. Kabatiah, H. Zaswita, and O. Candra, "Analysis of Factors Affecting Vocational Students' Intentions to Use a Virtual Laboratory Based on the Technology Acceptance Model," *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, vol. 17, no. 12, pp. 94–111, Jun. 2023, doi: 10.3991/ijim.v17i12.38627.
- [19] D. T. P. Yanto *et al.*, "The Affecting Factors of Students' Attitudes Toward the Use of a Virtual Laboratory: A Study in Industrial Electrical Engineering," *International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE)*, vol. 19, no. 13, pp. 4–16, Sep. 2023, doi: 10.3991/ijoe.v19i13.41219.
- [20] D. Usmeldi, "Pengembangan E-Media Pembelajaran Interaktif berbasis Problem Solving pada Mata Pelajaran Dasar Listrik dan Elektronika," vol. 01, no. 01, pp. 58–61, 2020.
- [21] R. Mukhaiyar, F. Eliza, H. Setiawa, D. Irfan, and N. Faradian, "Berbagi Ilmu dengan Guru-Guru SMKN-1 Pariaman Melalui Trainer Otomasi Industri Sorting Machine," *Suluah Benda: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 21, no. 3, p. 432, 2021, doi: 10.24036/sb.01880.
- [22] [A. Mujiono and Endryansyah, "Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik Di Smkn 7 Surabaya," *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 359–365, 2015.