

Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Keterampilan Kejuruan Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek Berintegrasi *Software Simurelay*

Alfredo Arianto Permana Putra^{1*}, Bambang Suprianto², dan Tri Rijanto³

¹Program Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Negeri Surabaya

*Corresponding Author: alfredoariantopermanaputra@gmail.com

Abstract- This study aims to obtain information about the differences and improvements in critical thinking ability and vocational skills of students using Project-based learning (PjBL) learning models with simurelay integration and conventional learning media in the Electric Motor Installation course. The urgency of this research is poor critical thinking skills and vocational skills among students as an implication of the use of ineffective learning models and media in Electric Motor Installation courses. The alternative solution given is the use of PjBL learning model that integrates simurelay. This research is an experimental study using a non-equivalent control group design with a total of 72 participants comprised of 36 experimental and 36 control classes. Analysis of the hypothesis used is a t-test to determine the difference and an N-Gain analysis to increase students' critical thinking skills and vocational skills. Research instruments used included a critical thinking skills test and a vocational skills observational sheet. The results showed a significant difference in critical thinking skills and vocational skills between students taught with simurelay integrated PjBL learning model and students taught with PjBL learning model using conventional learning media. In addition, there is an increase in critical thinking ability and vocational skills among students who are taught with simurelay integrated PjBL model.

Keywords: Simurelay, Critical Thinking Ability, Vocational Skills, Project Based Learning.

I. PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan zaman pada abad 21 yang ditandai dengan mudahnya seseorang mengakses informasi, berkembangnya teknologi, berkembangnya ilmu pengetahuan, dan perkembangan pada segala beragam jenis bidang pendidikan. Pesatnya laju perkembangan zaman juga berdampak besar kepada kesiapan dan persaingan dalam dunia kerja yang ketat. Secara alamiah kondisi tersebut mengharuskan agar sumber daya manusia (SDM) yang berkompetensi, berdaya saing, dan memiliki kualitas. Salah satu langkah untuk meningkatkan kualifikasi kompetensi SDM dengan memperkuat sektor pendidikan. Tanpa pendidikan, suatu generasi (atau masyarakat) tidak cukup siap untuk menghadapi tuntutan dunia kerja. Tidak dapat dipungkiri sektor pendidikan selalu dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat juga dapat berdampak besar pada masyarakat [1]. Kemampuan atau skill yang diperlukan pada abad ke-21 adalah keterampilan dan kompetensi umum ini dapat diklasifikasikan sebagai kreativitas, pemikiran kritis, pemecahan masalah, dan kerja kolaboratif [2], [3]. Salah satu tantangan utama yang dihadapi pendidikan di abad 21 adalah mengajarkan peserta didik berpikir kritis [4].

Kemampuan berpikir kritis (KBK) ialah proses penalaran reflektif yang rasional menitikberatkan pada hal yang harus dipercaya atau dilakukan [5]. KBK identik dengan kemampuan untuk memahami, menilai, dan menggunakan informasi untuk menyelesaikan masalah [6]. KBK melibatkan proses seperti menginterpretasikan, menganalisis, mengevaluasi, menyimpulkan, menguraikan hasil pemikiran, serta cara mengambil keputusan dan mengaplikasikan pengetahuan baru [7]. KBK adalah kemampuan berpikir jernih dan rasional, memahami gagasan-gagasan hubungan yang logis [8]. KBK diperlukan untuk mengetahui permasalahan yang menyebabkan suatu peristiwa, sehingga menjadi suatu peristiwa yang memiliki nilai untuk masa kini dan masa depan [9]. Mengasah KBK akan memfasilitasi seseorang untuk melihat kapasitas diri, baik dan buruknya sehingga mampu memecahkan berbagai masalah yang dihadapi, termasuk melihat sejauh mana kemampuannya. Oleh karena itu, penting untuk mengamati perkembangan KBK peserta didik. KBK membantu para pembuat keputusan untuk menavigasi di antara solusi yang berpotensi konflik atau saling eksklusif [10]. Pemikiran dapat menjadi bias atau bahkan benar-benar berprasangka buruk jika tidak berpikir kritis tetapi membiarkan pemikiran buruk memenuhi pikiran seseorang, terutama di era informasi [11]. Sifat intelektual seorang perlu ditingkatkan dan dipertajam agar menjadi pemikir yang kritis [12].

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) lembaga pendidikan vokasi yang memiliki peran penting dalam membentuk lulusannya menjadi profesional yang kompeten dan terampil serta dapat bersaing di lapangan pekerjaan sesuai dengan keterampilan yang telah digapai dalam serangkaian kegiatan pembelajaran. Guru sebagai pendidik memiliki peranan penting dalam memberi pemahaman, pengetahuan, kompetensi, serta membentuk karakter dan kemampuan berpikir peserta didik terhadap suatu kompetensi yang peserta didik butuhkan. Berdasarkan pengamatan, studi terdahulu, dan wawancara yang dilaksanakan peneliti di SMK Negeri 1 Sidoarjo, setelah mengalami masa transisi pembelajaran secara daring akibat pandemi Covid-19 menuju kegiatan pembelajaran secara luring, hal yang menjadi perhatian penting para pendidik adalah persiapan dan kematangan pada proses pembelajaran. Pembelajaran yang dilakukan di SMK Negeri 1 Sidoarjo menggunakan model pembelajaran penugasan mandiri (model pembelajaran resitasi) dan model pembelajaran ceramah dengan memanfaatkan media pembelajaran konvensional yaitu buku, papan tulis, training kit, dan jobsheet Instalasi Motor Listrik (IML). Ditemukan permasalahan bahwasannya kompetensi peserta didik dalam Elemen Pembelajaran IML kurang, dengan nilai rata-rata hasil belajar 67. Hal tersebut juga dibuktikan dengan ketidakpahaman peserta didik mengenai konsep dasar, prinsip kerja komponen, hingga pembacaan wiring diagram IML. Hal ini juga membawa pengaruh terhadap keterbatasan kemampuan peserta didik dalam penyusunan gambar wiring diagram, dan kegiatan praktikum (spesifik: perangkaian kendali IML). Peserta didik merasa kesulitan dalam memahami materi kendali, pembacaan wiring diagram yang tercantum pada lembar praktikum (Jobsheet), menggambar rangkaian, dan merangkai kendali IML pada training kit konvensional.

Secara implisit temuan permasalahan tersebut mencerminkan bahwa KBK dan keterampilan kejuruan yang dimiliki peserta didik sangatlah rendah atau belum optimal. Pandangan tersebut diperkuat oleh pendapat [13] yang berpendapat dimana dalam pemberdayaan KBK, akan ada hasil belajar yang mengikuti sebagai bentuk hasil belajar. Ketidakmampuan untuk meningkatkan pembelajaran melalui penerapan berpikir kritis terhadap permasalahan yang dihadapi menjadi penghambat dalam proses belajar. Pembelajaran yang monoton mengakibatkan pemahaman peserta didik berkenaan pokok pembelajaran sangat rendah dan KBK peserta didik menjadi tumpul [14]. Menurut [15], [16] KBK mempunyai kontribusi yang sangat tinggi efektif berkenaan prestasi belajar peserta didik. Ketidakmampuan peserta didik dalam memahami suatu bidang ilmu menyebabkan penurunan peluang kerja mereka setelah lulus dan dapat mempengaruhi kompetivitas dalam mempersiapkan peserta didik untuk memasuki dunia industri [17].

Hal ini mengakibatkan kurangnya latihan keterampilan berpikir, serta kesulitan peserta didik dalam meningkatkan keterampilan kejuruan (vocational skills). Keterampilan kejuruan (vocational skills) merupakan keterampilan berkaitan dengan pekerjaan dan profesi tertentu dalam masyarakat. Keterampilan ini dapat dikategorikan sebagai keterampilan hidup yang esensial untuk menyelesaikan tugas-tugas spesifik dalam berbagai bidang pekerjaan. Keterampilan kejuruan (VS) merupakan keterampilan hidup yang terkait dengan pekerjaan tertentu di masyarakat disebut sebagai vocational skills. Sifat khusus dari skill adalah skill ini dapat ditingkatkan dengan sempurna melalui praktek atau latihan [18]. Keterampilan kejuruan dapat dikelompokkan lebih lanjut menjadi keterampilan dasar dan khusus. Yang pertama berkaitan dengan bagaimana peserta didik menggunakan peralatan dasar seperti mesin jahit, sedangkan yang terakhir dibutuhkan oleh mereka yang berkomitmen pada pilihan pekerjaan di bidang tertentu [19]. Keterampilan kejuruan peserta didik dibagi menjadi dua bagian, yaitu keterampilan kejuruan dasar (basic vocational skills) serta keterampilan kejuruan khusus (occupational skills) [20]. Keterampilan kejuruan dasar meliputi pelaksanaan tugas-tugas yang membutuhkan gerakan fundamental dengan memanfaatkan perkakas-perkakas fundamental terkait dengan pekerjaan fisik (seperti penggunaan palu, obeng, dan tang) dan kemampuan membaca gambar teknikal atau simbol kerja. Keterampilan kejuruan dasar juga mencakup aspek kedisiplinan, ketepatan, ketelitian, dan kepatuhan pada waktu yang mendorong perilaku yang efisien dan produktif. Keterampilan kejuruan khusus (occupational skill) ialah kecakapan yang dikuasai oleh seseorang koheren dengan disiplin ilmu yang digeluti, seperti keahlian dalam bidang otomotif, informatika dan kelistrikan. Sebagai pendidik, memperkenalkan dan meningkatkan keterampilan Abad ke-21 pada peserta didik bidang kejuruan menjadi semakin esensial guna menyiapkan mereka agar dapat menyesuaikan diri dengan perubahan cepat dalam dunia tenaga kerja [21]

Berdasarkan permasalahan yang terjadi maka alternatif solusi yang ditawarkan adalah dengan memanfaatkan model pembelajaran berbasis proyek (PjBL) berintegrasi software simulelay. PjBL merupakan model yang efisien untuk pengembangan kompetensi abad 21 [22], karena mempromosikan pemikiran kritis dan pemecahan masalah, kolaborasi, pemecahan masalah, literasi informasi dan media, komunikasi dalam tim, kreativitas dan inovasi [23]. PjBL adalah model efektif yang sangat dianjurkan, karena menarik minat peserta didik dalam materi pelajaran melalui brainstorming dan menindaklanjuti dengan proyek kursus terkait. Tindakan ini terbukti merangsang pemikiran kritis dan inovasi peserta didik. Selain itu, interaksi saat kerjasama tim dan persaingan antar tim merupakan katalis untuk pemikiran kritis dan ide-ide inovatif [24]. Dalam PjBL, guru atau perancang kurikulum memilih pertanyaan pendorong atau pemantik, atau terkadang peserta didik bekerja dengan guru untuk memilih pertanyaan, pendorong berfungsi untuk mengatur dan mendorong aktivitas proyek, menyediakan konteks di mana

peserta didik dapat menggunakan dan menjelajahi tujuan pembelajaran dan praktik ilmiah, serta memberikan kesinambungan dan koherensi ke berbagai aktivitas proyek [25]. Selain itu, dalam rangkaian pembelajaran media pembelajaran memiliki peran krusial. Media pembelajaran memiliki peranan sebagai sarana untuk menginterpretasikan suatu teori maupun gambaran secara luas berdasarkan dengan kondisi yang ada di lapangan terhadap bidang ilmiah tertentu kedalam kegiatan pembelajaran. Peserta didik dapat mengulang kegiatan belajar hingga memperoleh penguasaan materi serta meraih capaian pembelajaran yang optimal secara mandiri melalui media pembelajaran yang bersifat eksperimen virtual [26]. Media eksperimen virtual dapat memperdalam KBK secara optimal karena selain meningkatkan partisipasi peserta didik dalam pembelajaran, media eksperimen virtual juga mampu menstimulus keterampilan berpikir sehingga peserta didik mampu mengeksplorasi objek makro, mikro, dan simbol dalam suatu praktikum [27]. Simurelay merupakan jenis media pembelajaran perangkat lunak (software) yang berbasis eksperimen virtual (simulasi). Simurelay dapat digunakan untuk mensimulasikan rangkaian kontrol pengendali elektromagnetik, rangkaian semi otomatis, dan rangkaian kendali mesin listrik yang berisi berbagai macam komponen elektromagnetik penyusun sebuah sistem kendali elektromagnetik yang dapat diakses melalui android maupun komputer. Pemilihan software simurelay sebagai penunjang pembelajaran dimaksudkan guna mendukung proses pembelajaran secara swadaya sehingga dapat memahami elemen pembelajaran IML secara keseluruhan, sehingga berdampak positif pada prestasi belajar dan keterampilan kejuruan peserta didik, menstimulus keingintahuan peserta didik, menstimulus serta mengasah KBK peserta didik yang dapat diperoleh ketika peserta didik memodifikasi dan mengeksplor berbagai macam kendali IML yang ada pada aplikasi tersebut. Perangkat lunak ini memiliki fitur yang memungkinkan peserta didik dan menguji sirkuit kontrol motor menggunakan simulasi. Dengan cara ini, peserta didik dapat memeriksa apakah sirkuit bekerja dengan baik dalam kondisi normal atau terdapat masalah. [28].

Beberapa penelitian relevan mengenai pengaruh PjBL berbantuan software simurelay telah dilakukan sebelumnya. Beberapa penelitian tersebut tidak secara langsung membahas pengaruh model pembelajaran berbantuan software simurelay pada variabel kemampuan berpikir kritis dan keterampilan kejuruan secara langsung. Hasil penelitian [29] dengan tegas menyoroti kesenjangan yang signifikan dalam pencapaian pembelajaran pada peserta didik yang diajarkan menggunakan PjBL berintegrasi perangkat lunak simurelay dan tidak. Hasil penelitian [30] menunjukkan efektivitas PjBL dengan simurelay dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik SMK Raden Paku. Hasil kajian empiris [31] menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap hasil pembelajaran ketika membandingkan model PjBL dengan simurelay dan training-kit dengan PjBL memanfaatkan media pembelajaran PPT dan training-kit. Temuan kajian empiris [32] menyatakan bahwa penggunaan jobsheet yang dilengkapi dengan perangkat lunak Simurelay secara signifikan mengembangkan kompetensi siswa.

Berdasarkan penelitian terdahulu, wawancara, observasi, serta kajian literatur penggunaan model pembelajaran PjBL berbantuan software simurelay memiliki dampak. Kebaruan penelitian yang dilakukan adalah dengan memanfaatkan model pembelajaran PjBL berintegrasi software simurelay berkenaan dengan KBK dan keterampilan kejuruan pada elemen pembelajaran IML (Instalasi Motor Listrik) pada SMK 1 Negeri 1 Sidoarjo. Penelitian ini dilaksanakan dengan maksud untuk menggali informasi mengenai: 1) Diferensi kemampuan berpikir kritis dan keterampilan kejuruan sebagai implikasi implementasi model pembelajaran PjBL berintegrasi media pembelajaran simurelay pada elemen pembelajaran IML; 2) Peningkatan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan kejuruan sebagai implikasi model pembelajaran PjBL berintegrasi media pembelajaran simurelay. Diharapkan penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh beberapa pihak yang membutuhkan informasi yang relevan. Bagi satuan pendidikan melalui tenaga pendidik, dapat dimanfaatkan sebagai salah satu rujukan untuk menentukan media pembelajaran yang sesuai dengan target pembelajaran terutama dalam bidang ilmu terkait Elemen Pembelajaran IML.

II. METODE

Penelitian eksperimen dengan mengimplementasikan desain *non-equivalent control group*. Desain tersebut termasuk dalam jenis penelitian kuasi-eksperimental, dimana dua kelompok atau lebih dibandingkan, tetapi kelompok-kelompok tersebut tidak ditugaskan secara acak. Dalam desain ini, satu kelompok menerima perlakuan (*treatment*) sementara kelompok lain tidak, dan kemudian hasil kedua kelompok dibandingkan untuk menilai efek dari perlakuan tersebut [33]. Subjek penelitian melibatkan dua kelas, kelas eksperimen (TITL1) terdiri dari 36 peserta didik dengan intervensi pembelajaran menggunakan model PjBL berintegrasi *software simurelay* dan kelas kontrol (TITL2) terdiri dari 36 peserta didik dengan intervensi pembelajaran PjBL berintegrasi media pembelajaran konvensional (spesifik: PPT, Modul Ajar, *Jobsheet*). Analisis hipotesis diuji menggunakan uji-t guna menentukan perbedaan kemampuan berpikir kritis (KBK) serta keterampilan kejuruan (*vocational skills*) peserta didik pada kelas eksperimen dan kontrol. Pengujian *N-Gain* kemudian digunakan untuk mengukur terjadinya pertumbuhan KBK serta keterampilan kejuruan (*vocational skills*) pada kedua kelompok kelas.

Data dikumpulkan melalui penggunaan instrumen (1) Instrumen tes KBK yang diadaptasi dari indikator berpikir kritis [7], [12], [34] dan disesuaikan dengan Capaian Pembelajaran (CP) pada Elemen Pembelajaran IML Fase F (Kelas 11) dengan total 35 butir. (2) Lembar observasi tes kinerja keterampilan kejuruan yang diadaptasi dari [20] dan disesuaikan dengan Capaian Pembelajaran (CP) pada Elemen Pembelajaran IML Fase F (Kelas 11) dengan total 23 butir. Sebelum uji coba instrumen dilakukan, instrumen yang telah disusun telah melalui tahapan validasi dua dosen ahli dan satu guru pengampu elemen pembelajaran IML. Uji Coba Instrumen Dilakukan pada SMKS Putra Harapan Plemahan. Informasi mengenai indikator KBK yang telah diadaptasi dan disesuaikan dengan CP Elemen Pembelajaran IML termuat pada tabel 1.

Tabel 1. Indikator KBK Pada Elemen Pembelajaran IML

No	Aspek	Indikator
1	Menginterpretasi (<i>Interpretation</i>)	Mengkategorisasi permasalahan dalam konteks pembelajaran IML
		Mengartikan permasalahan dalam konteks pembelajaran IML
		Mengklarifikasikan makna permasalahan secara implisit maupun eksplisit dalam konteks pembelajaran IML
2	Menganalisis (<i>Analysis</i>)	Menyusun informasi yang diperlukan terkait dengan pembelajaran IML
		Membandingkan informasi materi pembelajaran IML dari berbagai sumber
		Memilah informasi faktual dan non-faktual terkait kebenaran pada pembelajaran IML
		Menyusun ide berdasarkan analisis, angka, fakta, atau informasi yang relevan untuk memecahkan masalah pada pembelajaran IML
3	Menginferensi (<i>Inference</i>)	Mengidentifikasi alasan argumen pada pembelajaran IML
		Berargumen dengan jelas berdasarkan fakta, analitis, realitas pada pembelajaran IML
		Menganalisis argumen, prespektif, atau solusi yang berbeda pada suatu masalah terkait pembelajaran IML
		Mengeksplorasi implikasi dan konsekuensi terkait pembelajaran IML
4	Mengevaluasi (<i>Evaluation</i>)	Menilai kredibilitas klaim atau argumen suatu teori dalam pembelajaran IML
		Menganalisis atau meng-evaluasi langkah, argumen, dan informasi pembelajaran terkait IML
		Menarik simpulan dan kesamaan terkait pada permasalahan pada pembelajaran-an IML
5	Memberikan Penjelasan (<i>Explanation</i>)	Mengklarifikasi keyakinan, teori, atau prespektif terkait pembelajaran IML
		Menjelaskan argumen berdasarkan analisis, fakta, dan temuan materi terkait pembelajaran IML
		Memvalidasi penjelasan argumen berdasarkan analisis, fakta, dan temuan materi terkait pembelajaran IML
		Menentukan kemungkinan solusi yang akan dilaksanakan dalam pembelajaran IML
6	Memutuskan dan menerapkan	Menemukan, mendengarkan pandangan dan alasan orang lain terkait materi IML yang disampaikan orang lain
		Menguji simpulan dan kesamaan pendapat yang seseorang berikan terkait pembelajaran IML
		Menilai apakah tujuan pembelajaran IML yang ditetapkan telah tercapai

Tabel 1. Menyajikan hasil adaptasi aspek dan indikator KBK yang telah diadaptasi dari buah pemikiran [7], [12], [34] yang dituangkan dan disesuaikan dengan Capaian Pembelajaran (CP) pada Elemen Pembelajaran IML pada Fase F (Kelas 11). Hasil adaptasi menunjukkan terdapat 6 aspek KBK dan 22 indikator KBK yang disesuaikan dengan Capaian Pembelajaran (CP) pada Elemen Pembelajaran IML pada Fase F (Kelas 11). Adapun informasi hasil mengenai adaptasi indikator keterampilan kejuruan pada elemen pembelajaran IML ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Tabel Keterampilan Kejuruan Pada Elemen Pembelajaran IML

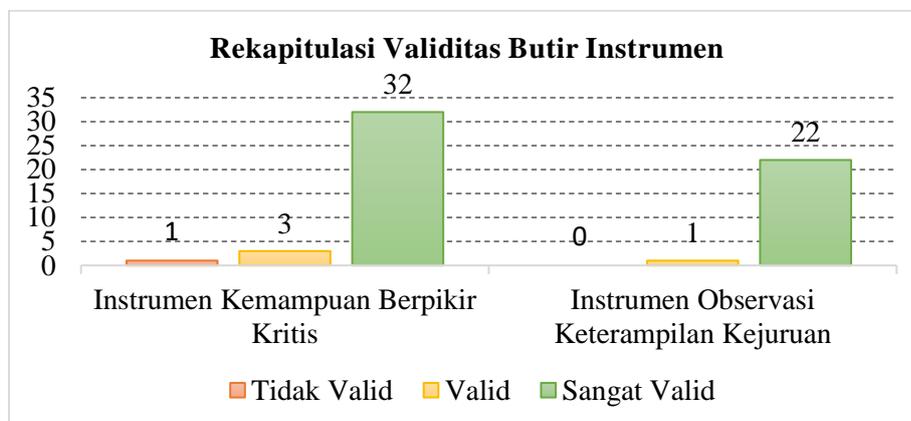
No	Keterampilan Kejuruan	Indikator
1.	Dasar (<i>Basic Vocational Skills</i>)	1. Menyiapkan dan memeriksa alat (no, nama alat, spesifikasi, satuan, jumlah, dan keberfungsian)
		2. Melakukan pengujian kontak-kontak sambungan komponen dengan Ohmeter, obeng, test pen dan tang.
		3. Melakukan pengujian resistansi kabel instalasi dengan Ohmmeter
		4. Menyiapkan bahan/komponen sistem kendali elektromagnetik instalasi motor listrik dan keberfungsian alat
		5. Menyiapkan dan memeriksa gambar kerja
		6. Menyiapkan dan memeriksa APD
		7. Melakukan pembagian kerja
		8. Membersihkan tempat kerja dan alat, dan mengembalikan alat dan sisa bahan
2.	Khusus (<i>Occupational skills</i>)	1. Memasang atau merakit komponen dan motor listrik sesuai gambar kerja: pengasutan DOL dan star delta, putar kanan/kiri, bekerja bergantian, dan bekerja berurutan.
		2. Memperlakukan alat dan bahan sesuai karakteristik dan fungsinya
		3. Selama bekerja mentaati K3 dan memakai APD
		4. Ukuran dimensi dan kerapian hasil pekerjaan
		5. Ketepatan waktu bekerja
		6. Melakukan pengujian resistansi kabel instalasi dengan Ohmmeter.
		7. Melakukan pengujian keberfungsian <i>wiring diagram</i> rangkaian dan melakukan perbaikan jika masih ada yang salah
		8. Mencatat hasil pengujian untuk bahan laporan
		9. Mengisi heading laporan
		10. Menganalisis data hasil pengujian kontak-kontak sambungan dibandingkan dengan kondisi standar PUIL
		11. Menganalisis data hasil pengujian keberfungsian instalasi motor listrik dibandingkan dengan teori dan PUIL
		12. Membuat keputusan dan rekomendasi hasil pengujian
		13. Mengisi berita acara kegiatan memuat keterangan: meliputi nama kegiatan, pelaksana, waktu.

Hasil adaptasi indikator keterampilan kejuruan yang digunakan pada penelitian ini berbuah dari pemikiran [20], dan disesuaikan dengan CP Elemen Pembelajaran IML dengan menghasilkan 8 indikator pada keterampilan kejuruan dasar (*Basic Vocational Skills*) dan 13 buah indikator pada keterampilan kejuruan khusus (*Occupational skills*). Setelah penyusunan butir instrumen, tahapan yang dilakukan adalah validasi ahli. Pada tahap pengembangan konsep, para ahli memberikan masukan mengenai definisi konstruk, menghubungkannya dengan domain dan juga mengecek konsep yang terkait. Pada tahap pembuatan item, para ahli memvalidasi keterwakilan dan signifikansi setiap item terhadap konstruk, keakuratan setiap item dalam mengukur konsep, memasukkan atau menghapus elemen, urutan item yang logis, dan model penilaian. Para ahli juga memvalidasi bagaimana instrumen tersebut dapat mengukur konsep di antara kelompok responden yang berbeda. Suatu item diperiksa biasanya terhadap kelompok tertentu seperti gender, kelompok minoritas, dan kelompok yang berbeda bahasa. Para ahli juga memberikan skor standar atau skor *cutoff* untuk pengambilan keputusan [35]. Pakar domain atau materi pelajaran baik dari akademisi maupun industri, orang yang ahli dalam konstruk yang dikembangkan, orang yang mengetahui populasi sasaran yang akan digunakan instrumen, pengguna instrumen, analisis data, dan pihak yang mengambil keputusan berdasarkan skor tes direkomendasikan sebagai ahli [36]. Sajian informasi mengenai rekapitulasi validasi ahli termuat pada tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Validasi Ahli

No.	Instrumen	V1	V2	V3	Total Skor (%)	Kategori
1	Lembar Observasi Keterampilan Kejuruan	95,71	75,71	85,71	85,71	Sangat Valid
2	Lembar Tes Kemampuan Berpikir Kritis	91,25	73,75	93,75	86,25	Sangat Valid

Berdasarkan hasil validasi ahli, pada instrumen lembar observasi keterampilan kejuruan mendapatkan total skor sebesar 85,71% dan pada instrumen tes KBK mendapatkan skor sebesar 86,25%. Merujuk berdasarkan keputusan kategori validasi yang dikemukakan oleh [37] baik instrumen tes KBK dan instrumen observasi keterampilan kejuruan mendapatkan kategori “Sangat Valid”. Dengan demikian analisis uji coba instrumen dapat dilanjutkan. Setelah melalui tahapan validasi ahli, dilakukan analisis butir instrumen pada instrumen tes KBK dan instrumen observasi keterampilan kejuruan. Informasi terkait rekapitulasi analisis butir instrumen tercantum pada gambar 1.



Gambar. 1. Rekapitulasi Validitas Butir Instrumen

Validitas butir menandakan kualitas butir tes dalam mengukur aspek yang dimaksudkan dapat dinilai berdasarkan kontribusinya terhadap skor keseluruhan tes [38]. Meninjau hasil validasi butir instrumen keterampilan berpikir kritis, butir soal nomor 1 dinyatakan tidak valid (nilai $R_{tabel} > \text{Nilai Koefisien Pearson} / \text{Nilai Sig. 2-tailed} > \alpha_{0,05}$) dan 3 butir instrumen berpikir kritis masuk dalam kategori valid serta 31 butir lainnya masuk dalam kategori sangat valid. Dengan demikian dapat diartikan bahwa instrumen KBK pada butir nomor 1 tidak dapat digunakan dalam penelitian dan butir lainnya layak digunakan pada penelitian. Sedangkan pada instrumen observasi keterampilan kejuruan terdapat 1 butir tergolong dalam kategori valid sedangkan 22 butir lainnya tergolong dalam kategori sangat valid. Sehingga dapat diartikan bahwa instrumen observasi keterampilan kejuruan (*vocational skills*) dapat digunakan dalam penelitian. Setelah melalui tahapan validitas butir, maka instrumen akan melalui tahapan analisis taraf kesukaran butir. Adapun hasil analisis taraf kesukaran butir dapat ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil Analisis Taraf Kesukaran Butir

Klasifikasi	Indeks Kesukaran	Jumlah
Mudah	Skor antara 0.71 hingga 1.00	10
Sedang	Skor antara 0.31 hingga 0.70	16
Sukar	Skor antara 0.00 hingga 0.30	9

Indeks tingkat kesulitan atau yang biasa disingkat dengan ITK Menunjukkan tingkat kesukaran butir soal dalam tes yang diujikan kepada peserta didik. Tingkat kesulitan dibagi menjadi tiga kategori, yaitu mudah dengan skor antara 0,71 hingga 1,00, sedang dengan skor antara 0,31 hingga 0,70, dan sulit dengan skor antara 0,00 hingga 0,30 [38]. Analisis taraf kesukaran butir pada instrumen tes KBK menunjukkan bahwa terdapat 10 butir instrumen yang tergolong mudah dengan indeks antara 0,71 dan 1,00, 16 butir instrumen yang tergolong sedang dengan indeks antara 0,31 dan 0,70, dan 9 butir instrumen yang tergolong sulit dengan indeks antara 0,00 dan 0,30. Meskipun demikian, perlu dipahami bahwa penggunaan butir instrumen yang tergolong terlalu mudah atau terlalu sulit tidak selalu berarti tidak boleh dilakukan. Keputusan untuk menggunakan soal - soal tersebut juga penting untuk memperhatikan tujuan pembelajaran, ciri-ciri peserta didik, dan situasi evaluasi. [38]. Tahapan selanjutnya, instrumen penelitian melalui tahapan analisis daya beda. Tahapan uji daya beda butir hanya dilakukan pada instrumen tes KBK. Informasi mengenai hasil analisis daya beda butir instrumen KBK termuat pada tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Analisis Daya Beda Butir Instrumen KBK

Klasifikasi	Indeks Kesukaran	Jumlah
Poor (Jelek)	Skor (0.00 - 0.20)	1
Cukup	Skor (0.21 - 0.40)	12
Baik	Skor (0.41 - 0.70)	22

Analisis daya beda butir soal dilakukan guna mengetahui seberapa baik soal dalam memisahkan peserta didik kemampuan yang berbeda berdasarkan kriteria tertentu. Peserta didik memilih jawaban salah akan memilih pengecoh yang sama untuk item yang baik [39]. Hasil uji daya beda butir instrumen tes KBK yang telah disusun dalam penelitian ini mengindikasikan terdapat 1 buah butir tergolong dalam kategori jelek (*poor*) yaitu butir nomor 1 karena nilai koefisien diskriminasi termasuk dalam (0.00—0.20), 12 butir instrumen masuk dalam kategori cukup (0.21-0.40), dan 22 butir masuk dalam kategori (0.41-0.70) Monica & Sudarman, dalam [40]. Dengan demikian dapat disimpulkan terdapat 1 butir yang digugurkan (butir nomor 1) dan terdapat 34 butir yang dapat digunakan dalam kegiatan penelitian. Adapun informasi mengenai analisis reliabilitas butir ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Hasil Analisis Reliabilitas Butir

Analisis Reliabilitas Butir	
Instrumen	Cronbach's Alpha
Lembar Tes Kemampuan Berpikir Kritis	0,929
Lembar Observasi Keterampilan Kejuruan (<i>vocational skills</i>)	0,764

Instrumen yang reliabel merupakan instrumen yang memiliki konsistensi data pada saat digunakan untuk mengukur objek yang sama dalam kondisi yang berbeda [41]. Berdasarkan hasil analisis reliabilitas butir, dapat dikatakan bahwa baik lembar tes KBK maupun lembar observasi keterampilan kejuruan (*vocational skills*) dalam kategori reliabel atau ajeg.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Kajian empiris yang dilaksanakan dimaksudkan guna mengidentifikasi perbedaan serta peningkatan KBK dan keterampilan kejuruan peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Perbedaan dan peningkatan ini akan dianalisis dengan membandingkan hasil tes KBK dan keterampilan kejuruan yang diberi intervensi kepada peserta didik kedua kelas sebelum dan setelah diberi perlakuan pada kelas eksperimen. Tahapan sebelum melanjutkan pada analisis hipotesis statistik, diperlukan uji asumsi klasik yang terdiri dari uji normalitas, dan uji homogenitas data.

1. Uji Normalitas

Uji Normalitas dilaksanakan guna mengidentifikasi bahwa data yang diperoleh memenuhi asumsi normalitas [41]. Analisis uji normalitas data dapat dilaksanakan melalui uji *Kolmogorov-Smirnov*. Dalam pengujian, data disimpulkan memiliki sebaran normal apabila nilai signifikansi (*p-value/sig.*) > 0,05 [42]. Dalam penelitian ini, analisis uji normalitas data diimplementasikan dengan memanfaatkan perangkat lunak SPSS versi 27. Informasi terkait hasil uji normalitas data termuat pada tabel 7.

Tabel 7. Uji Normalitas Data

	Kelompok Kelas	Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Statistic	df	Sig.
<i>Pre-test</i> KBK	PJBL_SIMU	.144	36	.056
	PJBL_KON	.139	36	.078
<i>Pre-test</i> Keterampilan Kejuruan (<i>Vocational Skills</i>)	PJBL_SIMU	.121	36	.200*
	PJBL_KON	.116	36	.200*
<i>Post-test</i> KBK	PJBL_SIMU	.145	36	.054
	PJBL_KON	.139	36	.075
<i>Post-test</i> Keterampilan Kejuruan (<i>Vocational Skills</i>)	PJBL_SIMU	.132	36	.112
	PJBL_KON	.146	36	.051

Melalui analisis uji normalitas, mengindikasikan bahwa nilai signifikansi untuk keseluruhan data, termasuk *pre-test* KBK, *pre-test* keterampilan kejuruan, *post-test* keterampilan berpikir kritis, dan *post-test* keterampilan kejuruan, melebihi 0,05. Berdasarkan analisis, pola sebaran data dalam penelitian ini menunjukkan karakteristik distribusi normal.

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilaksanakan guna mengidentifikasi kesamaan variansi antara data kelompok sampel yang bersumber dari populasi yang sama. Data dianggap homogen apabila nilai signifikansi lebih besar dari taraf kesalahan ($\alpha_{0,05}$) [41]. Adapun hasil uji homogenitas data ditunjukkan pada tabel 8.

Tabel 8. Uji Homogenitas

Levene's Test for Equality of Variances					
		F	Sig.	t	df
<i>Pre-test</i> KBK	Equal variances assumed	1.155	.286	-.345	70
	Equal variances not assumed			-.345	66.650
<i>Pre-test</i> Keterampilan Kejuruan (<i>Vocational Skills</i>)	Equal variances assumed	2.195	.143	.353	70
	Equal variances not assumed			.353	67.967
<i>Post-test</i> KBK	Equal variances assumed	2.602	.111	2.201	70
	Equal variances not assumed			2.201	66.742
<i>Post-test</i> Keterampilan Kejuruan (<i>Vocational Skills</i>)	Equal variances assumed	1.450	.233	3.507	70
	Equal variances not assumed			3.507	67.463

Analisis uji homogenitas menunjukkan bahwa nilai signifikansi (*sig.*) untuk seluruh data, termasuk *pre-test* KBK, *pre-test* keterampilan kejuruan, *post-test* keterampilan berpikir kritis, dan *post-test* keterampilan kejuruan, (*p-value/sig.*) > 0,05. Sebagai hasilnya, dinyatakan bahwa data dalam penelitian ini homogen.

3. Uji-t

Uji-t diaplikasikan guna mengkomparasikan rerata dari dua kelompok. Uji ini umumnya digunakan dalam situasi dimana subjek penelitian dikategorikan menjadi dua kelompok independen, di mana satu kelompok menerima perlakuan A dan kelompok lainnya menerima perlakuan B. [43], [44]. Pada penelitian ini, uji-t-test dilakukan pada tahapan sebelum dan setelah diberi intervensi. Dalam pengambilan keputusan statistik, apabila nilai signifikansi lebih besar dari probabilitas kesalahan ($\alpha_{0,05}$), maka hipotesis alternatif (H_a) dapat ditolak dan sebaliknya. Informasi mengenai hasil uji-t pada tahapan *Pre-test* dapat ditunjukkan pada tabel 9.

Tabel 9. Uji-T Pre-Test

		t-test for Equality of Means						
		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
							Lower	Upper
<i>Pre-test</i> KBK	Equal variances assumed	-.345	70	.731	-.42222	1.22469	-2.86478	2.02034
	Equal variances not assumed	-.345	66.650	.731	-.42222	1.22469	-2.86694	2.02250
<i>Pre-test</i> Keterampilan Kejuruan (<i>Vocational Skills</i>)	Equal variances assumed	.353	70	.725	.47667	1.34999	-2.21580	3.16913
	Equal variances not assumed	.353	67.967	.725	.47667	1.34999	-2.21722	3.17055

Ditinjau dari tabel 9, diketahui nilai signifikansi (*p-value/sig.*) pada tahapan *pre-test* variabel KBK mendapatkan nilai sebesar 0,731 dan nilai *pre-test* pada variabel keterampilan kejuruan (*vocational skills*) mendapatkan nilai sebesar 0,725. Temuan ini menunjukkan bahwa pada tahap *pre-test*, tidak mengindikasikan perbedaan signifikan pada kelompok kelas eksperimental dan kelompok kelas kontrol untuk kedua variabel tersebut, Hal ini dibuktikan dengan dengan perolehan nilai signifikansi (0,731 & 0,725 > 0,05). Adapun informasi mengenai hasil uji-t pada tahapan *post-test* termuat pada tabel 10.

Tabel 10. Uji-T Post-Test

		t-test for Equality of Means						
		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
							Lower	Upper
<i>Post-test</i> KBK	Equal variances assumed	2.201	70	.031	3.90611	1.77485	.36628	7.44595
	Equal variances not assumed	2.201	66.742	.031	3.90611	1.77485	.36324	7.44899
<i>Post-test</i> Keterampilan Kejuruan (<i>Vocational Skills</i>)	Equal variances assumed	3.507	70	.001	6.29556	1.79518	2.71517	9.87594
	Equal variances not assumed	3.507	67.463	.001	6.29556	1.79518	2.71280	9.87831

Analisis data pada tabel uji-t *post-test* menunjukkan nilai signifikansi 0,031 untuk variabel KBK dan 0,001 untuk variabel keterampilan kejuruan (*vocational skills*). Temuan ini menunjukkan bahwa pada tahap *post-test*, secara statistik mengidikasikan perbedaan yang signifikan pada peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk kedua variabel tersebut (Nilai Signifikansi < ambang batas kesalahan 0,05).

4. Uji N-Gain (Normalized Gain)

N-Gain merupakan metode statistik yang seringkali diterapkan dengan tujuan menilai keandalan sebuah upaya pembelajaran atau stimulus yang dirancang untuk mendongkrak hasil belajar peserta didik. Metode ini menyediakan kerangka kerja yang kokoh menganalisis kontribusi rancangan pembelajaran terhadap perkembangan pengetahuan peserta didik. Metode *N-Gain* digunakan untuk menghitung perubahan pemahaman peserta didik secara relatif, yaitu dengan membandingkan tingkat pemahaman mereka sebelum dan setelah mengikuti program pembelajaran. *N-Gain* memiliki rentang skordari (-1 - 1). Skor positif mengindikasikan perkembangan prestasi belajar peserta didik pasca mengikuti program pembelajaran, sebaliknya skor negatif mengindikasikan penyusutan prestasi belajar [45]. Uji *N-Gain* diterapkan guna menilai efektivitas intervensi kelas eksperimen dan kontrol dalam meningkatkan KBK dan keterampilan kejuruan (*vocational skills*). Adapun persamaan untuk menentukan nilai *N-Gain* adalah sebagai berikut.

$$N_{Gain} = \frac{Skor\ PostTest - Skor\ PreTest}{Skor\ Ideal - Skor\ PreTest} \tag{1}$$

Besarnya peningkatan skor *N-Gain* dapat dikategorikan berdasarkan kriteria Indeks *Gain* Ternormalisasi, Sementara itu untuk mengukur sejauh mana intervensi yang diterapkan berhasil dapat mengacu pada Klasifikasi Tingkat Keefektifan pada tabel 11.

Tabel 11. Indeks Gain Ternormalisasi dan Klasifikasi Tingkat Keefektifan

Indeks Gain Ternormalisasi	
Nilai <i>N-Gain</i>	Interpretasi
$0,70 \leq Skor \leq 100$	Tinggi
$0,30 \leq Skor < 0,70$	Sedang
$0,00 < Skor < 0,30$	Rendah
Skor = 0,00	Tidak terjadi peningkatan
$-1,00 \leq Skor < 0,00$	Terjadi Penurunan
Klasifikasi Tingkat Keefektifan	
Presentase (%)	Interpretasi
< 40	Tidak Efektif
40 – 55	Kurang Efektif
56 – 75	Cukup Efektif
>76	Efektif

Sumber: [45]

Data rekapitulasi perhitungan skor *N-Gain* diperoleh dari perhitungan menggunakan persamaan (1) dengan jumlah 72 responden yang terdiri dari 2 kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol yang terdiri dari 36 peserta

didik pada setiap kelas. Adapun hasil rekapitulasi perhitungan *N-Gain* beserta interpretasi hasil perhitungan skor *N-Gain* termuat pada tabel 12.

Tabel 12. Rekapitulasi Perhitungan *N-Gain*

Kelas	Variabel	Rerata <i>N-Gain</i>	Presentase	Klasifikasi
PjBL <i>Simurelay</i> (Eksperimen)	Kemampuan Berpikir Kritis	0.63	63.01	Sedang
	Keterampilan Kejuruan	0.30	29.94	Rendah
PjBL Konvensional (Kontrol)	Kemampuan Berpikir Kritis	0.57	57.49	Sedang
	Keterampilan Kejuruan	0.11	11.44	Rendah

Berdasarkan tabel rekapitulasi perhitungan *N-Gain*, dapat diketahui kelas eksperimen mendapatkan rerata skor *N-Gain* pada variabel KBK 0,63 dengan presentase 63,01% yang mendapat klasifikasi peningkatan “Sedang”, dan rerata nilai *N-Gain* sebesar 0,30 pada variabel keterampilan kejuruan dengan presentase 29,94% yang mendapatkan klasifikasi peningkatan “Rendah”. Berbeda dengan kelas eksperimen, pada kelas kontrol, pada variabel KBK, mendapatkan skor sebesar 0,57 dengan presentase 57,49% yang mendapatkan klasifikasi “Sedang”, dan pada variabel keterampilan kejuruan mendapatkan nilai *N-Gain* sebesar 0,11% yang mendapatkan klasifikasi peningkatan “Rendah”.

B. Pembahasan

Merujuk pada data yang diperoleh dari analisis statistik, rerata skor *pre-test* kemampuan berpikir kritis (KBK) kelas eksperimen mendapatkan nilai sebesar 22,77. Berbeda dengan kelas eksperimen, kelas kontrol mendapatkan skor sebesar 23,19. Sedangkan rerata skor keterampilan kejuruan (*vocational skills*) pada kelas eksperimen mendapatkan nilai sebesar 65,79 dan 65,31 pada kelas kontrol. Analisis statistik menggunakan uji-t dilakukan terhadap skor *pre-test* untuk mengidentifikasi perbedaan KBK dan keterampilan kejuruan (*vocational skills*) peserta didik sebelum menerima perlakuan. Hasil uji-t menunjukkan bahwa nilai signifikansi mencapai 0,731 untuk KBK dan 0,725 untuk variabel keterampilan kejuruan (*vocational skills*). Tidak ditemukan perbedaan yang signifikan terkait variabel KBK dan keterampilan kejuruan (*vocational skills*) peserta didik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol sebelum menerima intervensi, hal tersebut didasarkan oleh nilai signifikansi untuk kedua variabel ($p\text{-value/sig.} > 0,05$).

Analisis data mengenai perbedaan KBK sebagai dampak penerapan model pembelajaran PjBL berintegrasi *simurelay* (kelas eksperimen) dan model pembelajaran PjBL berintegrasi media pembelajaran konvensional (kelas kontrol) mengindikasikan hasil yang menarik. Ditemukan perbedaan KBK yang signifikan pada masing – masing kelas perlakuan, dengan nilai signifikansi sebesar 0,031. Hal tersebut mengindikasikan implementasi model pembelajaran PjBL berbantuan *software simurelay* memiliki efek positif terkait KBK peserta didik. Lebih lanjut, analisis data juga menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan pada keterampilan kejuruan (*vocational skills*) peserta didik kelas eksperimen dan kelas kontrol, dengan nilai signifikansi 0,001. Temuan ini memperkuat bukti bahwa PjBL berintegrasi *software simurelay* memberikan dampak yang lebih signifikan dalam meningkatkan keterampilan kejuruan siswa dibandingkan dengan PjBL dengan media pembelajaran konvensional.

Analisis *N-Gain* terhadap KBK menunjukkan bahwa rerata skor kelas eksperimen adalah 0,63, dan rerata skor kelas kontrol 0,57. Penilaian yang lebih mendalam, mengidentifikasi bahwa intervensi pada kelas eksperimen mengindikasikan kemajuan efektif dari pada kelas kontrol. Meskipun kedua perlakuan menunjukkan peningkatan dalam KBK, penggunaan media pembelajaran simulasi menghasilkan peningkatan yang lebih signifikan. Integrasi model pembelajaran PjBL dengan media pembelajaran memberikan kontribusi yang menarik dan efektif dalam menciptakan tahapan pembelajaran yang memusatkan pada peserta didik. Selain itu, pendekatan ini (PjBL yang diintegrasikan dengan media interaktif) meningkatkan kemampuan dan semangat peserta didik dalam memecahkan masalah sehari-hari dan mengembangkan pemikiran kritis, termasuk klarifikasi dasar, dukungan dasar, inferensi, klarifikasi lanjutan, strategi, dan taktik [46].

Terjadinya perbedaan peningkatan KBK dikarenakan penggunaan media pembelajaran *simurelay* yang bersifat eksperimen virtual menjadi alat yang efektif dan efisien dalam KBK peserta didik melalui interaktifitas, penyelidikan terkait materi instalasi motor listrik secara intens mandiri, refleksi, simulasi, seta aksebilitas yang fleksibel. Hal tersebut yang memudahkan peserta didik melakukan kegiatan eksplorasi secara mendalam. *Simurelay* memungkinkan peserta didik untuk berinteraksi langsung dengan konsep - konsep pembelajaran IML (Instalasi Motor Listrik) yang diajarkan, melihat dampak perubahan, dan menjelajahi hubungan sebab-akibat secara langsung. Proses ini mendorong pemikiran kritis karena peserta didik harus menganalisis hasil eksperimen dan menghubungkannya dengan teori yang dipelajari. Media eksperimen virtual dapat meningkatkan KBK secara optimal karena selain meningkatkan partisipasi peserta didik dalam pembelajaran, media eksperimen virtual juga

mampu mengaktifkan keterampilan berpikir sehingga peserta didik mampu mengeksplorasi objek makro, mikro, dan simbol dalam suatu praktikum [27]. Temuan penelitian ini sejalan dengan kesimpulan yang diperoleh dari kajian empirik yang dilakukan oleh [47], [48], [49], [50], [51], [52] yang mengemukakan bahwa terdapat perbedaan dan peningkatan KBK pada peserta didik yang diajarkan PjBL berbantuan media pembelajaran interaktif.

Berdasarkan hasil analisis uji *N-Gain* variabel keterampilan kejuruan (*vocational skills*) kelas eksperimen menunjukkan rerata skor sejumlah 0,30 dan rerata skor sebesar 0,11 didapatkan pada kelas kontrol. Sejalan dengan itu, dapat disimpulkan baik kelas eksperimen dan kelas kontrol mendapatkan peningkatan keterampilan kejuruan (*vocational skills*) yang “rendah”. Jika ditinjau lebih dalam, perlakuan yang diberikan pada kelas eksperimen menunjukkan kemajuan yang lebih baik daripada kelas kontrol. Memang jika dilihat kedua perlakuan penerapan model pembelajaran PjBL menunjukkan peningkatan dalam keterampilan kejuruan (*vocational skills*) yang rendah, akan tetapi lebih baik dengan menggunakan media pembelajaran *simurelay*. Implementasi model pembelajaran PjBL berintegrasi media pembelajaran *simurelay* dapat lebih mempermudah peserta didik melatih keterampilan kejuruan secara efisien dan efektif terkait dengan keterampilan kejuruan pada bidang IML, karena media pembelajaran *simurelay* memudahkan peserta didik dalam melakukan eksperimen secara virtual kapan dan dimanapun peserta didik ingin melatih keterampilan kejuruan mereka, serta mudah diakses. Melalui praktik dalam pembelajaran yang menggunakan media pembelajaran, khususnya media pembelajaran yang bersifat eksperimental virtual seperti *simurelay*, dapat mempengaruhi keterampilan kejuruan peserta didik, khususnya bidang elektro konsentrasi materi IML.

Berkaitan dengan hal tersebut, pendapat yang dikemukakan selaras dengan [10], [27] yang mengungkapkan bahwa melalui media pembelajaran berbasis eksperimen virtual, peserta didik mampu mengeksplorasi objek makro, mikro, dan simbol dalam suatu praktikum sehingga membantu mengembangkan KBK serta keterampilan kejuruan. Terjadinya peningkatan keterampilan kejuruan yang rendah disebabkan beberapa kemungkinan, yaitu: pelaksanaan penelitian menerapkan satu topik pembelajaran pada capaian pembelajaran (CP) elemen IML; perbedaan kemampuan dan kecepatan belajar peserta didik dapat menyebabkan beberapa peserta didik tertinggal atau tidak mendapatkan manfaat penuh dari perlakuan yang diterapkan; keterbatasan penggunaan teknologi juga dapat menghambat proses pembelajaran. Hal tersebut sejalan dengan [18] yang mengungkapkan bahwa sifat khusus dari *skill* adalah *skill* ini dapat ditingkatkan dengan sempurna melalui praktik atau latihan. Keterampilan kejuruan akan lebih cepat diterima oleh peserta didik bila diberikan latihan yang berulang-ulang, sehingga anak akan terbiasa walaupun secara teori kurang dipahami tetapi dikuasai dalam praktik.

IV. PENUTUP

Berdasarkan temuan penelitian mengenai perbandingan kemampuan berpikir kritis (KBK) dan keterampilan kejuruan (*vocational skills*) peserta didik sebagai implikasi penggunaan model pembelajaran PjBL dengan berbantuan *software simurelay* dan media konvensional pada elemen pembelajaran IML di SMK Negeri 1 Sidoarjo didapatkan nilai signifikansi dari analisis uji-t sebesar 0,031 pada variabel KBK dan nilai signifikansi dari analisis uji-t sebesar 0,001. Pada uji *N-Gain* didapatkan rerata skor sebesar 0,63 KBK kelas eksperimen, dan pada kelas kontrol mendapatkan rerata skor sebesar 0,57. Variabel keterampilan kejuruan (*vocational skills*) mendapatkan rerata skor sebesar 0,30 pada kelas eksperimen dan pada kelas kontrol mendapatkan rerata skor sebesar 0,11. Hal tersebut menunjukkan perbedaan yang signifikan terkait KBK dan keterampilan kejuruan (*vocational skills*) peserta didik yang diberi intervensi model pembelajaran PjBL berintegrasi *software simurelay* dan media konvensional serta terdapat peningkatan dengan klasifikasi “sedang” pada variabel KBK. Sedangkan pada variabel keterampilan kejuruan (*vocational skills*) mendapatkan klasifikasi peningkatan “rendah”. Penelitian ini diharapkan menjadi patokan kepada pendidik yang berperan penting sebagai fasilitator, mentor, pembimbing, pengolah sumber daya, sekaligus penggerak perubahan agar selalu menjadikan pengembangan KBK faktor integral yang diutamakan dalam kegiatan pembelajaran. Serta menggunakan media pembelajaran yang terbaru, fleksibel, dan mudah digunakan peserta didik dengan tetap menjadikan media konvensional sebagai landasan utama dalam pembelajaran praktik. Guru dapat menerapkan model pembelajaran dan media pembelajaran digital yang bersifat eksperimental, guna menumbuhkan budaya membiasakan diri pada peserta didik untuk menstimulus, mengasah dan mengembangkan KBK serta keterampilan kejuruan peserta didik. Pada keberlangsungan penelitian serupa di masa depan, diharapkan dapat digunakan sebagai rujukan, mengembangkan serta memperluas variabel penelitian.

REFERENSI

- [1] M. Th. *et al.*, “The importance/role of education in chemical engineering,” *Chem. Eng. Res. Des.*, vol. 187, hal. 164–173, Nov 2022, doi: 10.1016/j.cherd.2022.08.061.
- [2] A. Arslan, “DETERMINING THE 21ST CENTURY SKILLS THAT SHOULD BE INSTILLED TO STUDENTS FROM THE PERSPECTIVE OF PRE-SERVICE TEACHERS BEFORE AND AFTER THE PANDEMIC,” *Milli Egit.*, vol. 49, no. 1, hal. 553–571, 2020, doi: 10.37669/milliegitim.779446.
- [3] D. Yulianti, Wiyanto, A. Rusilowati, dan S. E. Nugroho, “The Development of High School Physics Teaching Material Based on STEM to Facilitate the Development of 21th Century Learning Skills,” in *Proceedings of the 7th Mathematics, Science, and Computer Science Education International Seminar, MSCEIS 2019*, European Alliance for Innovation, 2020. doi: 10.4108/eai.12-10-2019.2296350.
- [4] T. J. Dekker, “Teaching critical thinking through engagement with multiplicity,” *Think. Ski. Creat.*, vol. 37, hal. 100701, Sep 2020, doi: 10.1016/J.TSC.2020.100701.
- [5] R. H. Ennis, “Critical Thinking Across the Curriculum: A Vision,” *Topoi*, vol. 37, no. 1, hal. 165–184, 2018, doi: 10.1007/s11245-016-9401-4.
- [6] L. Mutakinati, I. Anwari, dan K. Yoshisuke, “Analysis of students’ critical thinking skill of middle school through stem education project-based learning,” *J. Pendidik. IPA Indones.*, vol. 7, no. 1, hal. 54–65, Mar 2018, doi: 10.15294/jpii.v7i1.10495.
- [7] P. A. Facione, *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts 2020 Update*, vol. XXVIII, no. 1. 2020. [Daring]. Tersedia pada: http://www.insightassessment.com/pdf_files/what&why2007.pdf <http://www.eduteka.org/PensamientoCriticoFacione.php>
- [8] B. Jongmuanwai, P. Simmatun, S. Teemueangsa, dan P. Jedaman, “Factors and Needs Assessment of Hyflex Learning with Science Activity Base for Strengthen Critical Thinking,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1835, no. 1, hal. 0–8, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1835/1/012095.
- [9] Nashar, A. Nurhasanah, dan R. Fauzan, “The Effectiveness of Critical Thinking Ability on the Basis of Quizizz Application Viewed from Problem Based Learning Model in History Learning of Senior High School,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, IOP Publishing Ltd, Mei 2021. doi: 10.1088/1755-1315/747/1/012046.
- [10] S. A. Samaras, C. L. Adkins, dan C. D. White, “Developing critical thinking skills: Simulations vs. cases,” *J. Educ. Bus.*, vol. 97, no. 4, hal. 270–276, 2022, doi: 10.1080/08832323.2021.1932703.
- [11] R. Paul dan L. Elder, *The miniature guide to critical thinking concepts and tools*. Rowman & Littlefield, 2019.
- [12] B. Murti, “Berpikir Kritis,” *J. Kedokt. UNS*, vol. 20, no. 12, hal. 75, 2019, [Daring]. Tersedia pada: <https://fk.uns.ac.id/static/file/criticalthinking.pdf>
- [13] A. Fatmawati, S. Zubaidah, S. Mahanal, dan Sutopo, “Critical Thinking, Creative Thinking, and Learning Achievement: How They are Related,” in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, Des 2019. doi: 10.1088/1742-6596/1417/1/012070.
- [14] F. Kurniawan, “Interaksi kemampuan berpikir kritis dengan penerapan model deep dialogue/critical thinking dibandingkan dengan POGIL berbantuan media simulator EKTS terhadap hasil belajar instalasi motor listrik pada siswa kelas XI Teknik Instalasi Tenaga Listrik SMK Bra,” Universitas Negeri Malang, 2019. [Daring]. Tersedia pada: <http://repository.um.ac.id/85385/>
- [15] Supratman, S. Zubaidah, M. R. M. Tarigan, dan S. Azis, “Contribution of critical thinking, science process skills towards learning outcomes based on gender,” *Int. J. Eval. Res. Educ.*, vol. 12, no. 4, hal. 1985–1993, 2023, doi: 10.11591/ijere.v12i4.24927.
- [16] M. Cindiati, H. CLaudianingrum, J. A. Ramadhanty, P. K. Suprpto, dan D. Diella, “The Correlation Between Critical Thinking Skills and The Learning Outcomes on Musculoskeletal System,” *Bioedukasi J. Pendidik. Biol.*, vol. 14, no. 2, hal. 91, 2021, doi: 10.20961/bioedukasi-uns.v14i2.52079.
- [17] A. Fikri, A. Avorizano, A. R. Dzikrillah, O. Heriyani, R. Ariyansah, dan M. Rayhan, “Peningkatan Kompetensi Keterampilan Kejuruan Teknik Sepeda Motor Kepada Siswa SMK Bina Industri,” vol. 4, no. 4, hal. 4463–4467, 2023.

- [18] H. Jaya, S. Haryoko, Saharuddin, S. Suhaeb, Sabran, dan Mantasia, "Life Skills Education for Children with Special Needs in order to Facilitate Vocational Skills," in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, Jun 2018. doi: 10.1088/1742-6596/1028/1/012078.
- [19] S. E. Y. Suprihatin, E. Zuhnikhayati, dan W. Sabatari, "Development of learning instrumens based on the strengthening of vocational life skills," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1700, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1700/1/012095.
- [20] K. T. Mauriraya dan I Gusti Putu Asto B., "Pengaruh Cara Mengajar Interaktif Dengan Metode Discovery Learning Terhadap Peningkatan Vocational Skill Pada Standar Kompetensi Mengukur Besaran-Besaran Listrik Dalam Rangkaian Elektronika Kelas X TEI DI SMKN 3 Jombang," *JPTE J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 03, no. 02, hal. 257–265, Mei 2014, doi: <https://doi.org/10.26740/jpte.v3n2.p%25p>.
- [21] T. Megayanti, T. Busono, dan J. Maknun, "Project-based learning efficacy in vocational education: Literature review," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, Mei 2020. doi: 10.1088/1757-899X/830/4/042075.
- [22] R. D. Anazifa dan Djukri, "Project- based learning and problem- based learning: Are they effective to improve student's thinking skills?," *J. Pendidik. IPA Indones.*, vol. 6, no. 2, hal. 346–355, Okt 2017, doi: 10.15294/jpii.v6i2.11100.
- [23] S. Chu, R. Reynolds, N. Tavares, M. Notari, dan C. Lee, *21st Century Skills Development Through Inquiry-Based Learning*. 2017. doi: 10.1007/978-981-10-2481-8.
- [24] E. H. Fini, F. Awadallah, M. M. Parast, dan T. Abu-Lebdeh, "The impact of project-based learning on improving student learning outcomes of sustainability concepts in transportation engineering courses," *Eur. J. Eng. Educ.*, vol. 43, no. 3, hal. 473–488, Mei 2018, doi: 10.1080/03043797.2017.1393045.
- [25] J. Krajcik, *Teaching Science in Elementary and Middle School: A Project-Based Learning Approach*. 2018. doi: 10.4324/9781315205014.
- [26] V. Serevina dan M. Lulu, "Learning media development based on virtual experiment to improve high school students' critical thinking skills in circular motion concept," in *AIP Conference Proceedings*, American Institute of Physics Inc., Mar 2021. doi: 10.1063/5.0039612.
- [27] F. Wang, "Computer distance virtual experiment teaching application based on virtual reality technology," *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, vol. 13, no. 4, hal. 83–94, 2018, doi: 10.3991/ijet.v13i04.8472.
- [28] N. I. Firdaus, "... Creative Problem Solving Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Instalasi Motor Listrik Pada Siswa Kelas Xi Paket Keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik Smkn 1 Kalianget ...," Universitas Negeri Malang, 2021. [Daring]. Tersedia pada: <http://repository.um.ac.id/id/eprint/194832>
- [29] I. D. Rahayu, "Analisa Perbandingan Model Pembelajaran Project-Based Learning berbantuan Software Simurelay terhadap Hasil Belajar Siswa," *J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 05, no. 01, hal. 67–72, 2024.
- [30] K. A. Wahyuning *et al.*, "Penerapan Model Pembelajaran PjBl Berbantuan Simurelay Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa di SMKS Raden Paku," *Jupiter Publ. Ilmu Keteknikan Ind. Tek. Elektro dan Inform.*, vol. 2, no. 4, hal. 87–103, 2024.
- [31] E. Suryono, T. Rijanto, I. Basuki, dan T. Wrahatnolo, "Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan Media Software Simurelay Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Sistem Kontrol Elektromekanik Dan Elektronik," *J. Pendidik. Tek. Elektro*, vol. 11, no. 03, hal. 491–500, 2022, doi: <https://doi.org/10.26740/jpte.v11n03.p491-500>.
- [32] I. Nurhayati, S. I. Haryudo, dan B. Suprijono, "Pengaruh Jobsheet Berbantuan Software Simurelay Berbasis Pembelajaran Proyek untuk Meningkatkan Kompetensi Siswa di SMKN 7 Surabaya," *JVTE J. Vocat. Tech. Educ.*, vol. 5, no. 2, hal. 145–152, 2023.
- [33] B. W. Tuckman dan B. E. Harper, *Conducting Educational Research*, Sixth. Maryland: Rowman & Littlefield Publishers, Inc., 2012. [Daring]. Tersedia pada: www.rowmanlittlefield.com
- [34] R. H. Ennis, "Critical thinking assessment," *Theory Pract.*, vol. 32, no. 3, hal. 179–186, 1993, doi: 10.1080/00405849309543594.
- [35] D. M. Dimitrov, *Statistical methods for validation of assessment scale data in counseling and related fields*. John Wiley & Sons, 2014.

- [36] N. Elangovan dan E. Sundaravel, "Method of preparing a document for survey instrumen validation by experts," *MethodsX*, vol. 8, no. March, hal. 101326, 2021, doi: 10.1016/j.mex.2021.101326.
- [37] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif*, 1 ed. in 3. Bandung: CV. ALFABETA, 2022.
- [38] S. Arikunto, *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*, 3 ed. in Pertama. Jakarta, Indonesia: Bumi Aksara, 2018. [Daring]. Tersedia pada: <https://books.google.co.id/books?id=j5EmEAAAQBAJ>
- [39] K. Basri, B. Baidowi, J. Junaidi, dan M. Turmuzi, "Analisis Butir Soal Ulangan Semester Ganjil Mata Pelajaran Matematika Kelas VIII SMP," *Griya J. Math. Educ. Appl.*, vol. 1, no. 4, hal. 682–694, 2021, doi: 10.29303/griya.v1i4.107.
- [40] R. A. Pradani dan A. Efendi, "Analisis Butir Soal Ujian Sekolah Menggunakan Program Iteman (Analysis of School Exam Questions Using the Iteman Program)," *Indones. Lang. Educ. Lit.*, vol. 8, no. 2, hal. 275, 2023, doi: 10.24235/ileal.v8i2.11002.
- [41] Sugiyono, "Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R & D," *Bandung Alf.*, vol. 15, no. 2010, 2018.
- [42] Suardi, "Pengaruh Kepuasan Kerja Terhadap Kinerja Pegawai Pada Pt Bank Mandiri, Tbk Kantor Cabang Pontianak," *Business, Econ. Entrep.*, vol. 1, no. 2, hal. 9–19, 2019, doi: 10.46229/b.e.e..v1i2.124.
- [43] T. K. Kim, "T test as a parametric statistic," *KJA Korean J. Anesthesiol.*, vol. 6, no. 68, hal. 540–546, 2015, doi: 10.4324/9781315686875-6.
- [44] I. Ghazali, *Aplikasi analisis multivariate SPSS 26*. Semarang: Semarang: Universitas Diponegoro, 2021.
- [45] M. I. Sukarelawan, T. K. Indratno, dan S. M. Ayu, *N-Gain vs Stacking: Analisis perubahan abilitas peserta didik dalam desain one group pretest-posttest*, Cetakan Pe. Yogyakarta: Suryacahya, 2024. [Daring]. Tersedia pada: <http://eprints.uad.ac.id/id/eprint/60868>
- [46] V. S. Andriani, H. Pratama, dan T. W. Maduretno, "The effect of flipped classroom and project based learning model on student's critical thinking ability," in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, Mar 2019. doi: 10.1088/1742-6596/1171/1/012010.
- [47] A. Z. Harahap, B. Wawan, dan Sahyar, "Efek Model Pembelajaran Project Based Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif dan Kritis Siswa SMK," Universitas Negeri Medan, Medan, 2019. Diakses: 3 Mei 2023. [Daring]. Tersedia pada: <http://digilib.unimed.ac.id/id/eprint/33572>
- [48] H. Pratama dan I. Prastyaningrum, "Pengaruh Model Pembelajaran Project Based Learning Berbantuan Media Pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis" *J. Penelit. Fis. dan Apl.*, vol. 6, no. 2, hal. 44–50, 2016, [Daring]. Tersedia pada: <http://journal.unesa.ac.id/index.php/jpfa>
- [49] J. M. Sitohang, "Efektifitas Penggunaan Model Pembelajaran PBL Berbantuan Macromedia Flash 8 Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas X Di SMK NEGERI 1 BATANGTORU" 2018. [Daring]. Tersedia pada: <http://journal.ipts.ac.id/index.php/>
- [50] C. Insanuar, "Penerapan Metode Project Based Learning Berbantuan Media Video Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Hasil Belajar Sejarah Peserta Didik Kelas X Ips 2 Sma Negeri 5 Jember Tahun Ajaran 2016/2017," Universitas Jember, Jember, 2019. [Daring]. Tersedia pada: <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/91979>
- [51] H. A. Br. Tobing, "Efektivitas Model Project Based Learning Berbantuan Vocational Based Worksheet Untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif Dan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik SMK" Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, 2021. Diakses: 3 Mei 2023. [Daring]. Tersedia pada: <http://repository.upi.edu/id/eprint/58793>
- [52] M. D. Rusnawati, "Pengaruh Model Project Based E-Learning Terhadap Hasil Belajar Dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMK Negeri 1 Sawan," Universitas Pendidikan Ganesha, Singaraja, 2020. Diakses: 3 Mei 2023. [Daring]. Tersedia pada: <http://repo.undiksha.ac.id/id/eprint/3857>