JURNAL EDUNITRO
JURNAL PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
HTTPS://JURNAL-EDUNITRO.JEDUNITRO.COM/EDUNITRO
E-ISSN 2776-284X
P-ISSN 2776-2920
Vol. 6, No. 2, October 2026

Integrasi Simurelay dalam Pembelajaran Mendalam: Studi Kualitatif Deskriptif di SMKN 1 Kota Cilegon (Integrating Simurelay into a Deep Learning Approach: A Descriptive Qualitative Study at SMKN 1 Cilegon)

Dendi Agustian[1*], Irwanto[2], dan Didik Aribowo[3]
[1,2,3] Pendidikan Vokasional Teknik Elektro, FKIP, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
[*]Corresponding author, e-mail: dendiagustian63@gmail.com [1]

Received: September 26th, 2026. Revised: November 7th, 2026. Accepted: November 12th, 2026.
Available online: November 14th, 2026. Published: November 14th, 2026.

Abstract— Electromechanical control systems courses in vocational high schools require students to read diagrams, understand component functions, and trace faults in circuits. Conventional media often fail to link diagram symbols to hands-on experience. This study describes how Simurelay was integrated into a Deep Learning approach for teaching Direct on Line (DOL) motor control at SMKN 1 Cilegon. It followed a descriptive qualitative design with 37 eleventh-grade Industrial Automation Engineering students over two sessions of 3 × 45 minutes. Data came from observations, semi-structured interviews with six students, written reflections, and documentation of worksheets and simulation screenshots, and were analyzed through thematic coding and triangulation. Lessons followed three stages (understanding, applying, and reflecting) and were read against the mindful, meaningful, and joyful indicators. Twenty-seven of 37 students identified at least three of the four main components, and 21 worksheets had correct main connections on the first attempt. Of the 16 faulty circuits, students corrected 12 on their own by tracing the control path, and 33 of 37 simulations met the functional criteria in the end. Nine students still confused power circuits with control circuits. The findings are descriptive and do not assess the effectiveness of Simurelay.

Keywords: Simurelay; Deep Learning; Electromechanical Control Systems; Direct on Line; vocational learning

Abstrak— Pembelajaran Sistem Kontrol Elektromekanik di SMK menuntut peserta didik membaca diagram, memahami fungsi komponen, dan menelusuri kesalahan rangkaian. Media konvensional sering belum menghubungkan simbol pada diagram dengan pengalaman praktik. Penelitian ini mendeskripsikan integrasi Simurelay dalam pendekatan Pembelajaran Mendalam pada materi rangkaian Direct on Line (DOL) di SMKN 1 Kota Cilegon. Studi kualitatif deskriptif ini melibatkan 37 siswa kelas XI Teknik Otomasi Industri selama dua pertemuan (3 × 45 menit). Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara semi-terstruktur dengan enam siswa, refleksi tertulis, dan dokumentasi lembar kerja serta tangkapan layar simulasi, lalu dianalisis dengan pengodean tematik dan triangulasi. Pembelajaran mengikuti tahap memahami, mengaplikasikan, dan merefleksikan, dengan indikator mindful, meaningful, dan joyful. Sebanyak 27 dari 37 siswa mengenali sedikitnya tiga dari empat komponen utama, dan 21 lembar kerja memuat koneksi utama yang benar pada percobaan pertama. Dari 16 rangkaian yang keliru, 12 diperbaiki siswa sendiri melalui penelusuran jalur kontrol, sehingga 33 dari 37 simulasi memenuhi kriteria fungsi. Sembilan siswa masih kesulitan membedakan rangkaian daya dan rangkaian kontrol. Temuan bersifat deskriptif dan tidak menilai efektivitas Simurelay.

Kata kunci: Simurelay; Pembelajaran Mendalam; Sistem Kontrol Elektromekanik; Direct on Line; pembelajaran vokasional

Copyright (c) 2026. Dendi Agustian, Irwanto, & Didik Aribowo.

I. PENDAHULUAN

Pendidikan kejuruan menyiapkan peserta didik agar mampu merespons perubahan dunia kerja, termasuk digitalisasi dan tuntutan pemecahan masalah. Karena itu, kegiatan belajar di SMK perlu menjembatani pengetahuan teoritis dengan unjuk kerja yang sistematis dan sesuai konteks bidang keahlian (Ridwan, 2021). Pada Konsentrasi Keahlian Teknik Otomasi Industri, kompetensi tersebut tampak dalam kemampuan membaca diagram kelistrikan, mengenali komponen, merancang rangkaian, dan menelusuri gangguan pada sistem kontrol.

Sistem Kontrol Elektromekanik menggabungkan pengetahuan tentang komponen dan prinsip kerja dengan keterampilan merancang serta menguji rangkaian. Pada rangkaian Direct on Line (DOL), peserta didik perlu memahami fungsi komponen kontrol, relasi antarkomponen, urutan operasi, dan aspek pengamanan. Kesulitan dapat muncul ketika representasi simbolis tidak terhubung

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

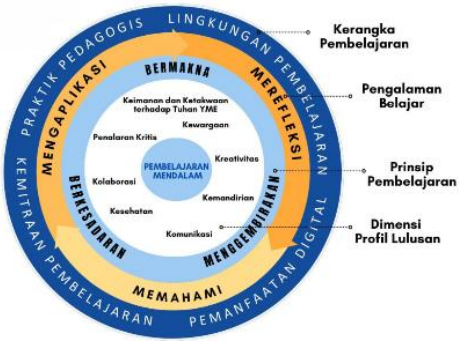
This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

dengan pengalaman praktik. Studi pendahuluan di SMKN 1 Kota Cilegon mencatat bahwa 81,1% peserta didik mengalami kesulitan memahami materi dengan media konvensional, 94,6% menilai pembelajaran kurang menarik, dan 87% menghendaki media yang lebih interaktif. Hanya 49% peserta didik menyatakan memahami simbol dasar kelistrikan, sedangkan 51% lainnya masih mengalami kesulitan. Rincian studi pendahuluan: Angket pendahuluan empat butir diberikan kepada 37 siswa kelas XI Teknik Otomasi Industri pada Februari 2026. Rincian n = 37 siswa kelas XI Teknik Otomasi Industri, Februari 2026.

Simulasi digital dapat memperlihatkan proses kerja rangkaian dan memberi kesempatan untuk mencoba rancangan tanpa harus langsung menggunakan perangkat fisik. Dalam pembelajaran kelistrikan, pemanfaatan simulasi telah dikaji sebagai sarana eksplorasi dan pengamatan respons sistem (Riskawati dkk., 2022; Rombot dkk., 2022). Studi lain mengenai media simulasi membahas potensi teknologi digital dalam membantu pemahaman konsep serta aktivitas perancangan rangkaian (Achmad dkk., 2025; Kamansastra dkk., 2026). Pada materi Sistem Kontrol Elektromekanik, fitur penyusunan dan simulasi Simurelay relevan untuk mengamati hubungan antarkomponen dan memeriksa rancangan sebelum praktik menggunakan perangkat nyata.

Teknologi tidak dengan sendirinya menghasilkan pemahaman yang mendalam; perannya bergantung pada rancangan pembelajaran yang mengarahkan peserta didik untuk memahami, menerapkan, dan meninjau kembali pengetahuan (Syarifudin dkk., 2025; Mamahit dkk., 2023). Pembelajaran Mendalam (Deep Learning) menempatkan pemahaman menyeluruh, penalaran kritis, hubungan antara pengalaman dan pengetahuan, serta penerapan pada situasi baru sebagai bagian penting dari proses belajar(Anwar & Sodik, 2025). Dengan demikian, pendekatan ini berbeda dari kegiatan yang berhenti pada hafalan karena peserta didik diharapkan membangun makna dan mengaitkan konsep dengan konteks nyata (Ardiansyah & Nugraha, 2025). Dalam konteks pendidikan Indonesia, pendekatan ini berlandaskan prinsip berkesadaran (mindful), bermakna (meaningful), dan menggembirakan (joyful) (Kemendikdasmen RI, 2025).

Ketiga prinsip pada Gambar 1 diwujudkan melalui pengalaman belajar yang mencakup memahami, mengaplikasikan, dan merefleksikan. Tahap memahami mengarahkan peserta didik untuk membangun pemahaman konseptual dan menghubungkan pengetahuan baru dengan pengetahuan sebelumnya. Tahap mengaplikasikan menuntut peserta didik menggunakan pengetahuan yang telah dipahami untuk menyelesaikan permasalahan atau menghadapi situasi baru, sedangkan tahap merefleksikan mendorong peserta didik mengevaluasi proses dan hasil belajar serta mengidentifikasi perbaikan yang diperlukan (Kemendikdasmen RI, 2025). Kerangka tersebut relevan dengan karakteristik pembelajaran Sistem Kontrol Elektromekanik yang tidak hanya membutuhkan penguasaan konsep, tetapi juga kemampuan membaca rangkaian, memahami hubungan antarkomponen, merancang dan menguji rangkaian, serta menganalisis dan memperbaiki kesalahan. Sehingga Pembelajaran Mendalam memberikan landasan pedagogis untuk mengarahkan aktivitas pembelajaran vokasional agar tidak berhenti pada penguasaan pengetahuan, tetapi berkembang menuju penerapan dan refleksi.



Gambar 1. Kerangka Konseptual Pembelajaran Mendalam

Kerangka Pembelajaran Mendalam dalam penelitian ini diterapkan bersamaan dengan penggunaan Simurelay melalui kegiatan memahami, mengaplikasikan, dan merefleksikan. Pada tahap memahami, peserta didik mengamati diagram kendali motor dan menelaah fungsi komponen. Pada tahap penerapan, mereka menyusun dan menjalankan simulasi untuk memeriksa hubungan komponen serta respons rangkaian. Tahap refleksi digunakan untuk meninjau hasil simulasi, mengidentifikasi bagian yang perlu diperbaiki, dan menjelaskan alasan perbaikan. Dengan cara ini, aktivitas digital dihubungkan dengan tujuan pedagogis yang lebih terarah, bukan ditempatkan sebagai penggunaan aplikasi semata (Y. Mahardika & Jaya, 2025).

Kajian tentang Simurelay telah meliputi penerapan Problem Based Learning (PBL), Project Based Learning (PjBL), pengembangan modul, dan evaluasi hasil belajar peserta didik (Mas'ulah dkk., 2024; Nurhayati dkk., 2023; Pratama dkk., 2025; Rifqi & Haryudo, 2024). Penelitian-penelitian tersebut membahas kegunaan simulasi untuk memvisualisasikan rangkaian, menjalankan aktivitas pemecahan masalah, dan menunjang kompetensi. Namun, kajian yang secara khusus memeriksa

bagaimana Simurelay dipadukan dengan prinsip Pembelajaran Mendalam masih terbatas. Hubungan antara kegiatan simulasi dan prinsip mindful, meaningful, serta joyful perlu diterangkan melalui proses belajar dan data lapangan, bukan hanya melalui asumsi bahwa penggunaan aplikasi otomatis menghasilkan pembelajaran yang lebih baik.

Kebaruan kajian ini terletak pada penelaahan integrasi pedagogis Simurelay dengan Pembelajaran Mendalam. Simurelay digunakan dalam urutan aktivitas mengamati, memahami konsep, menyusun rangkaian, menjalankan simulasi, memeriksa kemungkinan kesalahan, melakukan koreksi, dan merefleksikan proses. Prinsip mindful diarahkan pada kesadaran peserta didik terhadap tujuan dan langkah kerja; meaningful pada hubungan antara pengetahuan komponen dengan penerapan rangkaian kontrol; sedangkan joyful pada keterlibatan dalam eksplorasi dan pengujian. Keterlaksanaan setiap prinsip perlu ditunjukkan melalui observasi, wawancara, refleksi, dan dokumen pembelajaran.

Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan pelaksanaan integrasi Simurelay dalam pendekatan Pembelajaran Mendalam pada materi Sistem Kontrol Elektromekanik di SMKN 1 Kota Cilegon. Fokus kajian mencakup urutan pembelajaran, aktivitas peserta didik, indikator mindful–meaningful–joyful, dan bukti pengalaman belajar yang muncul selama perancangan serta simulasi rangkaian DOL.

II. METODE

Penelitian dirancang sebagai studi kualitatif deskriptif untuk menggambarkan integrasi Simurelay dengan Pembelajaran Mendalam pada materi Sistem Kontrol Elektromekanik. Penelitian berlangsung di SMKN 1 Kota Cilegon pada semester genap tahun ajaran 2025/2026, selama dua pertemuan pada Maret 2026, masing-masing 3 × 45 menit. Partisipan berjumlah 37 siswa kelas XI Konsentrasi Keahlian Teknik Otomasi Industri yang mengikuti pembelajaran rangkaian DOL berbantuan Simurelay.

Pelaksanaan mencakup orientasi tujuan dan pembacaan diagram, identifikasi simbol serta fungsi komponen, penyusunan rangkaian DOL pada Simurelay, simulasi, troubleshooting, dan refleksi. Pada pertemuan pertama, siswa memetakan komponen dan menyusun rangkaian berdasarkan diagram; pertemuan kedua digunakan untuk menguji fungsi, memperbaiki koneksi, dan menjelaskan alasan teknis. Pada data penelitian ini, observasi dilakukan pada dua pertemuan menggunakan lembar pengamatan dan catatan lapangan; wawancara semi-terstruktur ditujukan kepada enam siswa berkode F1–F6; refleksi tertulis berasal dari 37 siswa; dan dokumentasi mencakup lembar kerja serta tangkapan layar simulasi.

Indikator operasional diturunkan dari prinsip mindful, meaningful, dan joyful. Mindful ditandai dengan kemampuan menyebutkan tujuan kegiatan, mengenali simbol dan fungsi komponen, serta mengikuti urutan kerja sebelum menjalankan simulasi. Meaningful ditandai oleh kemampuan menghubungkan fungsi push button, kontaktor, overload relay, kontak bantu, dan motor dengan prinsip operasi DOL, membaca respons simulasi, serta menjelaskan penyebab gangguan. Joyful ditelaah melalui keterlibatan dalam mencoba ulang, kesediaan menguji konfigurasi alternatif, dan penilaian peserta didik terhadap pengalaman belajar. Indikator tersebut menjadi panduan pengodean, bukan bukti bahwa prinsip telah tercapai sebelum data diperiksa.

Catatan observasi diberi kode O1 (orientasi dan perancangan) serta O2 (troubleshooting dan refleksi); wawancara diberi kode W-F1 sampai W-F6; refleksi siswa diberi kode R01 sampai R37; sedangkan lembar kerja dan file simulasi diberi kode L01 sampai L37. Analisis ditunjukkan melalui pembacaan berulang, pemberian kode pada informasi relevan, pengelompokan ke tema mindful, meaningful, joyful, dan pemecahan masalah, kemudian perbandingan antar-sumber. Triangulasi mencocokkan catatan observasi, uraian wawancara, refleksi, dan artefak kerja.

III. HASIL

Pada awal pembelajaran, siswa diperkenalkan pada tujuan kegiatan dan diminta membaca diagram DOL sebelum membuka Simurelay. Pada data penelitian ini, 23 dari 37 siswa dapat menyebutkan tujuan kegiatan dengan cukup jelas dan 27 dari 37 siswa dapat mengidentifikasi sedikitnya tiga dari empat komponen utama (push button, kontaktor, overload relay, dan motor). Catatan observasi simulasi O1 menunjukkan bahwa sebagian siswa masih perlu membandingkan simbol kontak NO dan NC dengan diagram sebelum menyusun rangkaian. Pola ini digunakan sebagai indikator mindful.

Pada tahap penerapan, siswa menyusun rangkaian DOL berdasarkan diagram. Dua puluh satu dari 37 lembar kerja menunjukkan koneksi utama yang benar pada percobaan pertama, sedangkan 16 lembar kerja memuat sedikitnya satu kesalahan, terutama pemasangan kontak start/stop, kontak bantu pengunci, atau kontak NC overload relay pada jalur koil. Kriteria fungsi ini meliputi motor aktif ketika

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

tombol start ditekan, tetap aktif setelah tombol dilepas melalui kontak bantu, berhenti saat tombol stop ditekan, dan terputus ketika proteksi overload bekerja.

Tabel 1. Indikator Operasional Integrasi Simurelay dan Pembelajaran Mendalam

Prinsip dan indikator operasional	Aktivitas pada pembelajaran DOL	Kode data
Mindful: memahami tujuan, mengenali simbol/fungsi komponen, dan mengikuti urutan kerja.	Membaca diagram, menyebutkan fungsi komponen, dan memeriksa susunan sebelum refleksi.	O1; W-F1–W-F6; refleksi R01–R37.
Meaningful: menghubungkan fungsi komponen dan konsep dengan operasi rangkaian serta menjelaskan penyebab gangguan.	Merakit dan menjalankan DOL, membaca respons simulasi, menelusuri sambungan, dan menguji hasil koreksi.	O1–O2; lembar kerja L01–L37; W-F1–W-F6.
Joyful: terlibat dalam eksplorasi, bersedia mencoba ulang, dan menjelaskan persepsi terhadap pengalaman belajar.	Mencoba konfigurasi, menerima umpan balik simulasi, berdiskusi, dan menyampaikan refleksi.	O2; refleksi R01–R37; W-F1–W-F6.

Kutipan transkrip wawancara aktual, berkode W-F2: “Saat kontaktor tidak aktif, saya periksa lagi tombol stop dan kontak bantu. Saya perlu memastikan jalur koil tersambung sesuai diagram.” Enam belas rangkaian yang belum bekerja sesuai diagram diperiksa kembali oleh siswa. Dua belas di antaranya dapat diperbaiki setelah siswa menelusuri jalur kontrol dan membandingkan susunan kontak dengan diagram; empat lainnya masih memerlukan petunjuk langsung dari guru. Setelah koreksi dan pengujian ulang, 33 dari 37 simulasi memenuhi kriteria fungsi yang ditetapkan, sedangkan empat rangkaian belum sepenuhnya sesuai. Kesalahan yang diperbaiki terutama berupa kontak NO/NC yang tertukar, kontak bantu pengunci yang belum dipasang paralel dengan tombol start, dan kontak proteksi yang belum berada pada jalur kendali koil.

Dua puluh sembilan dari 37 respons tertulis menghubungkan fungsi komponen dengan urutan kerja rangkaian, 25 respons menjelaskan fungsi kontak bantu sebagai pengunci, dan 28 respons menyebut kesempatan mencoba kembali sebagai bagian yang membantu proses belajar. Sembilan respons masih menunjukkan kebingungan dalam membedakan rangkaian daya dan rangkaian kontrol. Interpretasi ini menggambarkan cara mengelompokkan refleksi berdasarkan tema.

Kutipan berkode R-F4: “Saya baru memahami mengapa motor tetap hidup setelah tombol start dilepas ketika melihat kontak bantu bekerja pada simulasi. Kalau rangkaian belum jalan, saya harus memeriksa sambungan satu per satu.” Indikator operasional, aktivitas pembelajaran, dan jenis bukti yang diperlukan untuk membaca setiap prinsip dirangkum pada Tabel 1.

IV. PEMBAHASAN

A. Pelaksanaan Pembelajaran dan Aktivitas Peserta Didik

Pemetaan pada Tabel 1 menunjukkan hubungan antara kegiatan menggunakan Simurelay, penerapan rangkaian, dan refleksi. Interpretasi troubleshooting bertumpu pada catatan O2 yang menggambarkan pemeriksaan sambungan, 12 koreksi setelah penelusuran siswa, empat kasus yang masih memerlukan petunjuk, serta perbandingan artefak L01–L37.

Prinsip mindful dapat dibaca melalui bagaimana peserta didik mengenali tujuan kegiatan, memeriksa diagram, dan menyebutkan fungsi komponen sebelum simulasi (Musgamy & Qasim, 2025). Indikator tersebut menekankan perhatian pada tujuan dan urutan kerja, bukan semata-mata aktivitas membuka atau menjalankan aplikasi. Pada data penelitian ini, indikator mindful didukung oleh dalam data didukung oleh O1 (27 dari 37 siswa mengenali minimal tiga dari empat komponen) dan kutipan W-F1: “Saya membaca diagram lebih dulu supaya tahu posisi tombol start, stop, dan kontak bantu.”

Prinsip meaningful berkaitan dengan kemampuan menggunakan konsep untuk merakit serta menafsirkan rangkaian DOL, termasuk menjelaskan mengapa respons tertentu muncul saat simulasi dijalankan (Ihsan dkk., 2025). Indikator ini ditelaah melalui uraian peserta didik tentang fungsi komponen, hubungan antarbagian, dan alasan melakukan koreksi. Bukti yang mendasari interpretasi meaningful pada penelitian ini adalah dalam data pada 33 dari 37 simulasi yang memenuhi kriteria fungsi setelah pemeriksaan ulang, serta pada kutipan W-F2 mengenai pemeriksaan jalur koil.

Prinsip joyful ditelaah dari keterlibatan peserta didik selama eksplorasi, kemauan menguji konfigurasi ulang, serta tanggapan mereka terhadap pengalaman tersebut. Frekuensi mencoba ulang atau suasana kelas saja tidak membuktikan bahwa pembelajaran dipersepsi menyenangkan; klaim tentang pengalaman peserta didik perlu ditopang oleh

refleksi atau kutipan wawancara. Dengan batasan itu, joyful diperlakukan sebagai dimensi pengalaman belajar yang perlu dibuktikan, bukan diasumsikan dari karakteristik aplikasi (Nikmaturrohman dkk., 2026). Pada data penelitian ini, 28 dari 37 respons refleksi menyebut kesempatan mengulang simulasi sebagai pengalaman yang membantu; kutipan R-F6 berbunyi, "Saya lebih berani mencoba sambungan lain karena bisa menguji ulang tanpa merusak komponen."

B. Kaitan dengan Penelitian Terdahulu

Penggunaan simulator dapat memberi ruang untuk mengamati respons rangkaian, membandingkan hasil dengan diagram, dan mencoba perbaikan secara berulang. Siklus memahami, mencoba, menganalisis, memperbaiki, dan menguji kembali menjadi relevan pada materi kendali motor. Akan tetapi, pada penelitian ini, keberadaan siklus tersebut harus dijelaskan berdasarkan kejadian yang terekam selama pembelajaran, bukan hanya berdasarkan alur kegiatan yang direncanakan.

Kajian Budiarto dkk. (2023) tentang penggunaan simulator kontrol motor listrik dalam Guided Discovery Learning menyoroti hasil belajar, kemandirian, dan keaktifan pada pembelajaran instalasi motor listrik. Penelitian ini memiliki titik perhatian yang berbeda, yakni proses integrasi media ke dalam prinsip Pembelajaran Mendalam. Perbedaan fokus tersebut tidak menunjukkan bahwa salah satu pendekatan lebih efektif; kontribusinya berada pada proses belajar yang dikaji.

Kajian tentang Guided Discovery Learning berbantuan Simurelay oleh Pratama dkk. (2025) menyoroti penggunaan media untuk pembelajaran sistem kendali. Studi lain yang membahas penggunaan Simurelay dalam pembelajaran motor listrik (D. Mahardika dkk., 2025) juga relevan sebagai pembanding. Kedua penelitian tersebut membantu menempatkan konteks penggunaan media; keduanya tidak dapat diperlakukan sebagai bukti langsung bahwa pembelajaran pada penelitian ini meningkatkan pemahaman atau keaktifan tanpa pengukuran yang sesuai.

Penelitian berbasis proyek berbantuan Simurelay oleh Rifqi & Haryudo (2024) menelaah kreativitas peserta didik. Penelitian lain oleh Mas'ulah dkk. (2024) membahas motivasi dan hasil belajar. Sementara itu, penelitian jobsheet berbantuan Simurelay yang dibahas oleh Nurhayati dkk. (2023) menyoroti kompetensi sikap, keterampilan, dan pengetahuan peserta didik. Secara keseluruhan, kajian tersebut mencakup aspek hasil belajar, motivasi, kreativitas, keaktifan, dan kompetensi (Mustaqim dkk., 2025). Dalam penelitian ini, literatur terdahulu digunakan untuk menempatkan fokus kajian, bukan sebagai bukti langsung mengenai pengalaman peserta didik yang diamati di SMKN 1 Kota Cilegon.

Dengan demikian, perbedaan utama penelitian ini bukan pada klaim bahwa aplikasi digital secara otomatis menghasilkan pembelajaran yang mendalam. Perbedaannya terletak pada penggunaan prinsip Pembelajaran Mendalam sebagai lensa untuk membaca rangkaian aktivitas belajar serta kebutuhan mendokumentasikan bukti yang mendasari setiap interpretasi.

Penelitian pengembangan modul berbantuan Simurelay melalui model ADDIE menelaah validitas, kepraktisan, dan hasil belajar produk yang dikembangkan oleh Ekklesia dkk. (2025). Fokus pengembangan tersebut berbeda dari kajian ini, yang menelaah proses integrasi media ke dalam aktivitas pembelajaran. Perbandingan ini menegaskan perbedaan tujuan penelitian, namun tidak dapat dipakai untuk menyatakan keunggulan salah satu pendekatan.

C. Implikasi Pedagogis

Secara pedagogis, Simurelay dan Pembelajaran Mendalam menjalankan fungsi yang berbeda tetapi dapat saling melengkapi. Aplikasi menyediakan representasi digital untuk menyusun serta menguji rangkaian, sedangkan pendekatan Pembelajaran Mendalam memberi arah agar kegiatan tersebut mencakup pemahaman tujuan, penerapan konsep, dan refleksi. Hubungan itu merupakan kerangka interpretasi dan harus dibaca bersama bukti hasil, bukan diperlakukan sebagai hubungan sebab-akibat.

Pendekatan simulasi dapat menjadi bagian dari pembelajaran vokasional ketika peserta didik tidak hanya mengejar rangkaian yang berjalan, tetapi juga diminta menjelaskan alasan teknis di balik respons sistem dan koreksi yang dilakukan (Melati dkk., 2023). Implikasinya, guru perlu mengaitkan aktivitas aplikasi dengan pertanyaan penuntun, lembar kerja yang meminta alasan, serta refleksi setelah pengujian. Penggunaan simulasi sebaiknya melengkapi, bukan otomatis menggantikan, latihan praktik dengan perangkat fisik.

Penelitian ini memberi tiga kontribusi. Pertama, kontribusi konseptual. Penelitian ini menurunkan prinsip mindful, meaningful, dan joyful dari Pembelajaran Mendalam menjadi indikator operasional untuk materi rangkaian DOL, lengkap dengan aktivitas di Simurelay dan jenis data yang dibutuhkan untuk membaca setiap prinsip (Tabel 1).

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Kajian Simurelay yang dirujuk dalam artikel ini berfokus pada hasil belajar, motivasi, kreativitas, kompetensi, dan pengembangan modul. Hubungan antara tahap kerja di simulator dan tahap memahami, mengaplikasikan, dan merefleksikan belum dipetakan secara eksplisit dalam kajian-kajian tersebut.

Kedua, kontribusi empiris yang bersifat deskriptif. Penelitian ini mendokumentasikan bagaimana 37 siswa kelas XI Teknik Otomasi Industri di SMKN 1 Kota Cilegon membaca diagram, merakit, dan memperbaiki rangkaian DOL. Kesalahan yang berulang adalah kontak NO dan NC yang tertukar, kontak bantu pengunci yang tidak dipasang paralel dengan tombol start, dan kontak proteksi overload yang belum berada pada jalur koil. Sebagian siswa juga masih mencampuradukkan rangkaian daya dengan rangkaian kontrol. Pola ini berguna sebagai bahan diagnosis bagi guru, tetapi berasal dari satu kelas dan dua pertemuan sehingga tidak dapat digeneralisasi.

Ketiga, kontribusi praktis. Penelitian ini menunjukkan urutan pembelajaran yang dapat ditiru guru: membaca diagram sebelum membuka simulator, lembar kerja yang meminta alasan teknis, penelusuran kesalahan yang terarah, dan refleksi setelah pengujian. Urutan ini ditempatkan sebagai pelengkap latihan dengan perangkat fisik, bukan penggantinya.

Penelitian ini tidak mengklaim bahwa Simurelay atau pendekatan Pembelajaran Mendalam meningkatkan hasil belajar. Desain kualitatif deskriptif tidak memungkinkan klaim itu, dan kontribusi di atas dibatasi pada pemetaan, deskripsi proses, dan rancangan aktivitas.

V. KESIMPULAN

Integrasi Simurelay dalam pendekatan Pembelajaran Mendalam pada materi rangkaian DOL di SMKN 1 Kota Cilegon dapat dijalankan sebagai urutan kegiatan yang saling terkait: membaca diagram, mengenali komponen, merakit rangkaian, menjalankan simulasi, menelusuri kesalahan, lalu merefleksikan perbaikan. Urutan ini menerjemahkan tahap memahami, mengaplikasikan, dan merefleksikan ke dalam aktivitas yang dapat diamati. Prinsip mindful tampak dari kebiasaan siswa membaca diagram dan menyebutkan komponen sebelum menjalankan simulasi. Prinsip meaningful tampak dari kemampuan siswa menjelaskan alasan sebuah koreksi, seperti posisi kontak bantu pengunci atau kontak NC overload relay pada jalur koil; 33 dari 37 simulasi memenuhi kriteria fungsi setelah pemeriksaan ulang. Prinsip joyful punya bukti paling tipis: 28 dari 37 refleksi menyebut kesempatan mengulang simulasi sebagai hal yang membantu, tetapi belum ada pernyataan siswa yang secara langsung menggambarkan pembelajaran sebagai menyenangkan.

Penelitian ini punya keterbatasan. Desain kualitatif deskriptif tidak mengukur peningkatan kompetensi dan tidak membandingkan Simurelay dengan media lain, sehingga hasilnya tidak dapat dibaca sebagai bukti efektivitas atau hubungan sebab-akibat. Kebingungan membedakan rangkaian daya dan rangkaian kontrol pada sembilan siswa menunjukkan bahwa simulasi perlu dilengkapi pertanyaan penuntun dan latihan dengan perangkat fisik. Penelitian lanjutan sebaiknya menambahkan pengukuran hasil belajar, melibatkan lebih dari satu kelas, dan menggali pengalaman joyful lewat wawancara yang lebih mendalam.

PERNYATAAN

Dendi Agustian berperan dalam konseptualisasi, investigasi, analisis formal, dan penulisan draf awal, sedangkan Irwanto dan Didik Aribowo bertanggung jawab atas supervisi, validasi, metodologi, serta peninjauan dan penyuntingan naskah. Partisipasi siswa bersifat sukarela dengan izin sekolah dan persetujuan setelah penjelasan, dan identitas mereka dianonimkan dengan kode. Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal, dan para penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan. Claude (Anthropic) membantu menyusun abstrak, kesimpulan, pernyataan kontribusi, dan judul; para penulis telah memverifikasi seluruh isi terhadap data penelitian dan bertanggung jawab penuh atas naskah ini.

REFERENSI

Achmad, I. Z., Rijanto, T., Zuhrie, M. S., & Kholis, N. (2025). Pengaruh Penggunaan Aplikasi Simulasi Factory I/O Sebagai Media Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar PENGARUH PENGGUNAAN APLIKASI SIMULASI FACTORY I/O SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN TERHADAP HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK JURUSAN TEKNIK KELISTRIKAN KAPAL PADA ELE. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, *14*(3), 175–181. https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-pendidikan-teknik-elektro/article/view/66682

Anwar, M., & Sodik, H. (2025). Kerangka Konseptual Pembelajaran Mendalam (Deep Learning) dan Implementasinya dalam Pendidikan di Indonesia. *Tafhim Al-'Ilmi : Jurnal Pendidikan Dan Pemikiran Islam*, *17*(1), 69–96.

Ardiansyah, M., & Nugraha, M. L. (2025). Implementasi Deep Learning Untuk Meningkatkan Hasil Pembelajaran Di Sekolah Menengah Kejuruan (Smk) Se-Jakarta Barat. *Research and Development Journal of Education*, *11*(1), 302. https://doi.org/10.30998/rdje.v11i1.26453

Budiarto, A. D., Joko, Rijanto, T., & Wrahatnolo, T. (2023). Pengaruh Media Pembelajaran Software Simulator Kontrol Motor Listrik Berbasis Android dalam Pembelajaran Guide Discovery Learning, Kemandirian Belajar, dan Keaktifan Belajar terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XI pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, *12*(1), 31–39.

Ekklesia, Y. N., Wrahatnolo, T., Joko, & Haryudo, S. I. (2025). Pengembangan Modul Pengembangan Berbantuan Aplikasi Simurelay Berbasis Android sebagai Media Simulasi dalam Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, *15*, 93–100.

Ihsan, M., Syah, N., & Salmah, S. (2025). Penerapan Pendekatan Deep Learning Pada Pembelajaran Teknik. *SITek: Jurnal Sains, Informatika, Dan Tekonologi*, *9*(1), 101–118. https://ojs.staibanisaleh.ac.id/index.php/ElBanar/article/view/539

Kamansastra, A. D. R., Cahyono, B. D., & Wardoyo, S. (2026). Pengembangan Modul Pembelajaran Dasar Listrik dan Elektronika Berbasis PHET Simulation untuk Siswa Kelas X Teknik Instalasi Tenaga Listrik SMK. *RESWARA: Jurnal Riset Ilmu Teknik*, *4*(3), 1003–1023. https://doi.org/10.70716/reswara.v4i3.627

Mahardika, D., Haryudo, S. I., Wrahatnolo, T., & Sumbawati, M. S. (2025). THE IMPACT OF CRITICAL-CREATIVE THINKING AND SIMURELAYBASED MOTIVATION ON MOTOR INSTALLATION LEARNING OUTCOMES. *EDUKASI: JURNAL PENDIDIKAN DAN PENGAJARAN*, *12*(1), 259–278. http://scholarlycommons.law.case.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1072&context=jolti

Mahardika, Y., & Jaya, C. A. (2025). Persepsi Guru Terhadap Implementasi Deep Learning sebagai Pembelajaran Berbasis Pemahaman Konseptual di Sekolah Dasar. *Edukasiana: Jurnal Inovasi Pendidikan*, *4*(3), 1123–1139.

Mamahit, C. E., Pakan, R., Sanger, R., Sangi, N. M., Kembuan, D. R., & Abast, M. (2023, December). Student perceptions of distance learning and its effect on learning outcomes. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2621, No. 1, p. 040001). AIP Publishing LLC. https://doi.org/10.1063/5.0142312

Mas'ulah, S. U., Joko, J., Buditjahjanto, I. G. P. A., & Anifah, L. (2024). Efektivitas Aplikasi Simurelay Berbasis Android terhadap Motivasi Belajar dan Hasil Belajar Siswa di SMKN 1 Jatirejo Mojokerto. *Jurnal Pendidikan : Riset Dan Konseptual*, *8*(3), 637. https://journal.unublitar.ac.id/pendidikan/index.php/Riset_Konseptual/article/view/1052

Melati, E., Fayola, A. D., Hita, I. P. A. D., Saputra, A. M. A., Zamzami, Z., & Ninasari, A. (2023). Pemanfaatan Animasi sebagai Media Pembelajaran Berbasis Teknologi untuk Meningkatkan Motivasi Belajar. *Journal on Education*, *06*(01), 732–741.

Musgamy, A., & Qasim, M. (2025). MANAJEMEN PEMBENTUKAN KARAKTER PESERTA DIDIK DALAM PARADIGMA DEEP LEARNING: ORIENTASI DAN STRATEGI. *El-Idarah : Jurnal Manajemen Pendidikan Islam*, *11*(1), 18–24.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Mustaqim, B., Siagian, S., Junaidi, A., Keristiana Sinaga, E., Tanjung, S., & Mursid, R. (2025). The Effectiveness of Web-Based PACTA for Electrical Motor Installation in Vocational High School. *Jurnal Media Dan Teknologi Pendidikan*, *5*(1), 82–92. https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JMTP/article/view/93750

Nikmaturrohman, A. K. D., Joko, J., Rijanto, T., & Fransisca, Y. (2026). Pengaruh Penggunaan Media Software Simurelay dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Komputasional dan Kreativitas Peserta Didik. *Educational Journal*, *1*(4), 1923–1929.

Nurhayati, I., Haryudo, S. I., Suprijono, & Bambang. (2023). Pengaruh Jobsheet Berbantuan Software Simurelay Berbasis Pembelajaran Proyek Untuk Meningkatkan Kompetensi Siswa di SMKN 7 Surabaya. *JVTE: Journal of Vocational and Technical Education*, *5*(2), 145–152.

Pratama, Y. A., Darmanto, M., & Faiz, M. R. (2025). Implementasi Guided Discovery Learning dengan Simurelay Meningkatkan Hasil Belajar Sistem Kendali di SMK 3 PGRI Malang. *Journal of Classroom Action Research*, *7*(3), 919–924.

Ridwan, M. (2021). PEMBANGUNAN SUMBER DAYA MANUSIA PADA SEKOLAH KEJURUAN DI INDONESIA: TANTANGAN DAN PELUANG DI ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0. *Moderasi: Jurnal Studi Ilmu Pengetahuan Sosial*, *2*(1), 1–10.

Rifqi, A., & Haryudo, S. I. (2024). Implementasi Pembelajaran Berbasis Proyek Berbantuan Aplikasi Simurelay untuk Meningkatkan Kreativitas Siswa. *Jurnal Pendidikan Madrasah*, *9*(1), 123–132. https://doi.org/10.14421/jpm.2024.123-132

Riskawati, Said, S., & Herman, N. M. (2022). Efektivitas Simulasi Pola LED Menggunakan Tinkercad: Media Pembelajaran Inovatif pada Elektronika Dasar. *JURNAL PENDIDIKAN FISIKA UNDIKSHA*, *12*(1), 524–531.

Rombot. T., Mamahit, C., Ticoh, J., & Tuegeh, M. (2022). Hubungan Fasilitas dengan Prestasi Belajar Mata Kuliah Bidang Studi Semester 1 Pendidikan Teknik Elektro. JURNAL EDUNITRO Jurnal Pendidikan Teknik Elektro, 2(2), 115 122. https://doi.org/10.53682/edunitro.v2i2.4417

Syarifudin, A., Nurdin, N., Sururi, S., & Akbar, A. (2025). INTEGRASI TEKNOLOGI DALAM PEMBELAJARAN: KAJIAN PEDAGOGI UNTUK MENGEMBANGKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, *10*(4), 167–186.