

Penerapan Alat Peraga Thermal Overload Relay dalam Praktikum Pengendalian Motor Listrik (The Implementation of a Thermal Overload Relay Demonstration Tool in Electric Motor Control Practicum)

Faris Alfarisi^{1*} dan Hari Anna Lastya²

^{1,2} Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan,
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh

^{*}Corresponding author, e-mail: 200211027@student.ar-raniry.ac.id¹

Received: August 17th, 2026. Revised: September 3rd, 2026. Accepted: September 6th, 2026
Available online: September 22nd, 2026. Published: September 22nd, 2026.

Abstract— This study aimed to examine the implementation of a Thermal Overload Relay (TOR) training aid in an Electric Motor Control Laboratory and to determine changes in students’ understanding of the function, current setting, and working principles of motor overload protection. A quantitative approach with a quasi-experimental One Group Pretest–Posttest design was employed. The participants were 12 students in an Electrical Engineering Education program. Data were collected through pretests, posttests, and a student response questionnaire. The data were analyzed using mean scores, mastery percentages, Normalized Gain (N-Gain), and student response percentages. The mean score increased from 70.83 in the pretest to 79.17 in the posttest, while the mastery rate increased from 66.67% to 83.33%. The mean N-Gain was 0.38, indicating a moderate level of improvement. Student responses to the training aid reached 78.33%, categorized as agree. These findings indicate improved understanding following hands-on learning with the TOR, although the improvement varied among students. The study was limited to 12 students and did not include a comparison group; therefore, the observed improvement cannot be attributed solely to the TOR training aid. The findings imply that TOR-based practical learning should be accompanied by demonstrations, repeated practice, and instructional guidance to support more consistent conceptual and practical learning outcomes.

Keywords: Thermal Overload Relay; electric motor laboratory; training aid; motor protection; Electrical Engineering Education.

Abstrak— Penelitian ini bertujuan menganalisis penerapan alat peraga Thermal Overload Relay (TOR) pada Praktikum Pengendalian Motor Listrik serta mengetahui perubahan pemahaman mahasiswa terhadap fungsi, pengaturan, dan prinsip kerja proteksi beban lebih pada motor listrik. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain quasi experiment tipe One Group Pretest–Posttest. Partisipan terdiri atas 12 mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Elektro. Data dikumpulkan melalui pretest, posttest, dan angket respons mahasiswa. Data dianalisis melalui perbandingan nilai rata-rata, persentase ketuntasan, N-Gain, dan persentase respons mahasiswa. Nilai rata-rata mahasiswa meningkat dari 70,83 pada pretest menjadi 79,17 pada posttest, sedangkan persentase ketuntasan meningkat dari 66,67% menjadi 83,33%. Nilai rata-rata N-Gain sebesar 0,38 berada pada kategori sedang. Respons mahasiswa terhadap penggunaan alat peraga mencapai 78,33% dan berada pada kategori setuju. Hasil tersebut menunjukkan adanya peningkatan pemahaman setelah mahasiswa memperoleh pengalaman praktik menggunakan TOR, meskipun peningkatannya belum merata. Penelitian terbatas pada 12 mahasiswa dan tidak menggunakan kelompok pembandingan, sehingga perubahan hasil belajar tidak dapat sepenuhnya dikaitkan dengan penggunaan TOR. Hasil penelitian mengimplikasikan bahwa penggunaan alat peraga perlu disertai latihan, demonstrasi, dan pendampingan agar pemahaman konsep serta keterampilan praktik berkembang lebih merata.

Kata Kunci: Thermal Overload Relay; praktikum motor listrik; alat peraga; proteksi motor; Pendidikan Teknik Elektro.

Copyright (c) 2026. Faris Alfarisi and Hari Anna Lastya.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan otomasi industri dan penggunaan motor listrik menuntut pendidikan teknik elektro menyiapkan lulusan yang mampu menghubungkan pengetahuan teoretis dengan keterampilan operasional dan proteksi. Pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, tuntutan tersebut tampak pada Praktikum Pengendalian Motor Listrik yang menempatkan mahasiswa pada aktivitas membaca diagram, melakukan pengawatan,

mengoperasikan motor, dan menganalisis gangguan. Dokumen hasil tinjauan menunjukkan bahwa keterbatasan media dan alat praktikum dapat membatasi pengalaman mahasiswa dalam menghubungkan teori dengan rangkaian nyata, sehingga diperlukan media praktik yang konkret dan terstruktur. Kondisi ini sejalan dengan isu global pendidikan vokasi: relevansi pembelajaran tidak cukup dibangun melalui transfer teori, tetapi perlu pengalaman autentik yang mendekatkan mahasiswa pada praktik kerja. Fania, Iriani, dan Arthur (2024)

menunjukkan bahwa experiential learning berbasis kelas industri dapat memperkuat kompetensi, motivasi, hasil belajar, dan keterampilan praktik. Kverneggen, Schmid, dan Andresen (2026) menegaskan bahwa penggabungan pembelajaran di institusi dan dunia kerja menghadirkan tantangan dalam menjembatani karakter belajar yang berbeda.

Perdebatan globalnya terletak pada pertanyaan apakah pengalaman praktik cukup dipahami sebagai learning by doing, atau harus dirancang sebagai pengalaman yang menghubungkan tindakan, konsep, refleksi, dan konteks kerja. Charitopoulos, Rangoussi, dan Koulouriotis (2022) menunjukkan bahwa pembelajaran yang memadukan aktivitas daring dengan laboratorium hands-on dapat mendukung keterlibatan dan capaian mahasiswa, sedangkan Tucker, Goldstein, dan Mercier (2023) menunjukkan bahwa desain tugas hands-on memengaruhi kolaborasi, sementara Wang, Lin, Xue, Green, Gu, He, Huang, Jin, dan Wu (2022) menekankan pentingnya refleksi aktif untuk transfer belajar ke praktik. Dengan demikian, persoalannya bukan sekadar menyediakan alat, melainkan bagaimana alat tersebut menjadi artefak pedagogis yang memungkinkan mahasiswa mengamati, mencoba, menguji, dan membangun pemahaman teknis.

Kerangka teoritis penelitian ini berpijak pada experiential learning yang memandang pengalaman konkret sebagai bagian dari proses pembentukan pengetahuan. Signifikansinya bagi pendidikan teknik terletak pada kebutuhan mengintegrasikan knowing dan doing dalam situasi yang menyerupai praktik profesional. Shivaramu, Aveen, dan Ullal (2025) menemukan bahwa experiential learning melalui studi kasus, pembuatan model, dan latihan praktis meningkatkan kinerja akademik, motivasi, pemecahan masalah, dan pemahaman konsep. Salgado Sánchez, Rosado Lebrón, Borshchak Kachalov, Oviedo, Porter, dan Laverón Simavilla (2025) menunjukkan bahwa perangkat laboratorium hands-on dapat membuat konsep teknis lebih dapat diamati secara eksperimental. Li dan Liang (2024), melalui meta-analisis, menunjukkan bahwa laboratorium merupakan strategi penting dalam pendidikan teknik, tetapi pilihan bentuk laboratorium perlu dipertimbangkan terhadap tujuan dan karakter pembelajaran.

Dalam konteks lokal penelitian, kebutuhan tersebut menjadi lebih spesifik pada Thermal Overload Relay (TOR). Dokumen hasil tinjauan menunjukkan bahwa TOR penting karena mahasiswa perlu memahami bahwa pengendalian motor tidak hanya berkaitan dengan menjalankan dan menghentikan motor, tetapi juga melindunginya dari beban lebih. TOR memungkinkan mahasiswa

mengamati hubungan antara rangkaian daya, kontak bantu, kontaktor, pengaturan arus, kondisi overload, trip, reset, dan respons motor. Di tingkat global, laboratorium motor juga berkembang ke bentuk digital dan jarak jauh; Guerrero-Osuna, García-Vázquez, Ibarra-Delgado, Mata-Romero, Nava-Pintor, Ornelas-Vargas, Castañeda-Miranda, Rodríguez-Abdalá, dan Solís-Sánchez (2024) menunjukkan bahwa laboratorium berbasis cloud dan IoT dapat mendukung pembelajaran kendali motor. Namun, pendekatan digital tersebut tidak menghilangkan kebutuhan mahasiswa untuk mengalami karakteristik fisik komponen proteksi secara langsung. Kolho, Raappana, Joensuu-Salo, dan Pihkala (2023) menekankan kapasitas pendidik dalam menghubungkan pembelajaran vokasi dengan dunia kerja.

Kesenjangan penelitian terletak pada masih terbatasnya bukti empiris mengenai alat peraga TOR yang secara khusus dirancang untuk Praktikum Pengendalian Motor Listrik pada Pendidikan Teknik Elektro sekaligus mengukur perubahan pemahaman mahasiswa setelah pengalaman praktik. Kajian sebelumnya telah membahas experiential learning, laboratorium, dan berbagai media praktik, tetapi belum secara spesifik menguji integrasi fungsi proteksi beban lebih melalui TOR dalam konteks praktikum ini. Pylväs dan Nokelainen (2025) menunjukkan bahwa dukungan kompetensi dan keterlibatan mahasiswa penting dalam lingkungan belajar vokasi; Caves dan Oswald-Egg (2023) menunjukkan bahwa implementasinya dipengaruhi konteks kelembagaan; Nunyonameh, Obinnim, dan Adzivor (2024) menekankan perlunya desain praktik yang terstruktur. Penelitian ini bertujuan menerapkan alat peraga TOR dan menganalisis perubahan pemahaman mahasiswa. Pertanyaan penelitian yang diajukan adalah: (1) bagaimana penerapan alat peraga TOR pada Praktikum Pengendalian Motor Listrik; dan (2) sejauh mana penerapan tersebut meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap fungsi, pengaturan, dan prinsip kerja proteksi beban lebih pada motor listrik?

II. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain quasi experiment melalui pola One Group Pretest–Posttest Design. Desain ini dipilih untuk mengetahui perubahan pemahaman mahasiswa sebelum dan sesudah mengikuti praktikum dengan menggunakan alat peraga Thermal Overload Relay (TOR). Rancangan penelitian terdiri atas tiga tahap pengukuran, yaitu pretest (O_1), perlakuan (X), dan posttest (O_2), sehingga secara sederhana dinyatakan sebagai O_1 –X– O_2 . Pretest

Penerapan Alat Peraga Thermal Overload Relay dalam Praktikum Pengendalian Motor Listrik (The Implementation of a Thermal Overload Relay Demonstration Tool in Electric Motor Control Practicum)

diberikan sebelum mahasiswa memperoleh pengalaman praktik, kemudian mahasiswa mengikuti pembelajaran dan praktik menggunakan alat peraga TOR, dan selanjutnya diberikan posttest untuk mengetahui perubahan pemahaman setelah perlakuan. Desain tersebut sesuai dengan rancangan yang digunakan dalam dokumen hasil tinjauan.

Penelitian dilaksanakan dalam konteks pembelajaran Praktikum Pengendalian Motor Listrik pada Program Studi Pendidikan Teknik Elektro. Partisipan penelitian berjumlah 12 mahasiswa yang mengikuti kegiatan praktikum. Pemilihan kelompok tersebut mengikuti konteks pembelajaran yang menjadi objek penelitian, sehingga penelitian tidak menggunakan kelompok kontrol. Data penelitian terdiri atas data kemampuan kognitif mahasiswa dan respons mahasiswa terhadap penggunaan alat peraga. Data kemampuan diperoleh melalui skor pretest dan posttest, sedangkan data respons diperoleh melalui angket berskala Likert. Materi pengukuran mencakup pengenalan dan fungsi komponen, prinsip kerja TOR, rangkaian kontrol, pengaturan arus, pengoperasian, kondisi overload, serta tindakan setelah TOR mengalami trip.

Pengumpulan data dilakukan secara bertahap. Pertama, peneliti memberikan pretest untuk memperoleh gambaran kemampuan awal mahasiswa mengenai pengendalian motor listrik dan TOR. Kedua, mahasiswa memperoleh perlakuan berupa pembelajaran dan praktik langsung menggunakan alat peraga TOR. Dalam kegiatan tersebut mahasiswa mempelajari komponen, fungsi, rangkaian kontrol, dan prinsip kerja TOR melalui pengalaman praktik. Ketiga, setelah perlakuan selesai, peneliti memberikan posttest dengan materi yang sepadan untuk mengetahui perubahan pemahaman. Selain tes, peneliti memberikan angket setelah praktikum untuk memperoleh respons mahasiswa mengenai kemudahan penggunaan alat, kejelasan rangkaian, manfaat alat dalam memahami materi, keterlibatan selama praktikum, dan relevansinya dengan kebutuhan pembelajaran.

Data pretest dan posttest diolah dengan membandingkan nilai sebelum dan sesudah perlakuan. Peneliti menghitung nilai rata-rata, persentase ketuntasan berdasarkan batas nilai 60, serta Normalized Gain (N-Gain) untuk melihat tingkat peningkatan pemahaman mahasiswa. Data angket diolah menggunakan skor skala Likert dan dikonversikan ke dalam persentase, kemudian diinterpretasikan berdasarkan kategori penilaian yang digunakan dalam penelitian.

Peneliti menyadari bahwa desain satu kelompok tanpa kelompok kontrol membatasi kemampuan penelitian untuk memastikan bahwa

seluruh perubahan hasil belajar semata-mata disebabkan oleh penggunaan alat peraga TOR. Selain itu, peneliti terlibat langsung dalam pelaksanaan pembelajaran dan pengumpulan data, sehingga potensi bias dalam interaksi dengan mahasiswa dan penilaian respons tetap perlu diakui. Oleh karena itu, hasil penelitian ditafsirkan sebagai bukti perubahan pemahaman setelah pengalaman praktikum, bukan sebagai bukti kausal yang sepenuhnya terisolasi dari faktor pembelajaran lainnya.

III. HASIL

Hasil penelitian disajikan berdasarkan dua pertanyaan penelitian, yaitu perubahan pemahaman mahasiswa setelah penerapan alat peraga *Thermal Overload Relay* (TOR) dan respons mahasiswa terhadap penggunaannya dalam Praktikum Pengendalian Motor Listrik. Data diperoleh dari 12 mahasiswa melalui pretest, posttest, dan angket. Penyajian hasil tidak hanya menunjukkan arah perubahan skor, tetapi juga memperlihatkan variasi capaian antar mahasiswa.

A. Perubahan pemahaman mahasiswa setelah penerapan alat peraga TOR

Hasil pretest dan posttest menunjukkan bahwa seluruh mahasiswa mengalami kenaikan nilai setelah mengikuti praktikum. Rata-rata nilai meningkat dari 70,83 menjadi 79,17, atau bertambah 8,34 poin. Nilai minimum meningkat dari 40 menjadi 50, sedangkan nilai maksimum meningkat dari 95 menjadi 100.

Tabel 1. Perbandingan hasil pretest dan posttest

Indikator	Pretest	Posttest	Perubahan
Jumlah mahasiswa	12	12	—
Nilai minimum	40	50	+10
Nilai maksimum	95	100	+5
Nilai rata-rata	70,83	79,17	+8,34
Mahasiswa tuntas (≥ 60)	8	10	+2
Persentase ketuntasan	66,67%	83,33%	+16,66 poin

Data individual menunjukkan kenaikan berada pada rentang 5–15 poin. Lima mahasiswa meningkat 5 poin, enam mahasiswa meningkat 10 poin, dan satu mahasiswa meningkat 15 poin. Dengan demikian, temuan penelitian memperlihatkan arah perubahan yang konsisten, tetapi besarnya perubahan tidak sama pada setiap mahasiswa. Ketuntasan juga meningkat dari 8 menjadi 10 mahasiswa. Dua mahasiswa yang sebelumnya belum mencapai nilai 60 berhasil mencapai batas ketuntasan setelah mengikuti praktikum, sementara dua mahasiswa lainnya masih berada di bawah batas tersebut.



Temuan tersebut sekaligus membantah asumsi bahwa penggunaan alat praktik secara otomatis menghasilkan peningkatan pembelajaran yang sama pada semua mahasiswa. Analisis N-Gain menunjukkan variasi yang lebih jelas.

Tabel 2. Distribusi kategori N-Gain mahasiswa

Kategori N-Gain	Rentang	Jumlah mahasiswa
Tinggi	$\geq 0,70$	1
Sedang	$0,30 - < 0,70$	5
Rendah	$< 0,30$	6
Rata-rata	0,38	Sedang

Rata-rata N-Gain sebesar 0,38 berada pada kategori sedang. Hanya satu mahasiswa mencapai kategori tinggi dengan N-Gain 1,00, lima mahasiswa berada pada kategori sedang, dan enam mahasiswa berada pada kategori rendah. Temuan ini menunjukkan bahwa pengalaman konkret melalui alat peraga memang diikuti peningkatan pemahaman, tetapi pengalaman tersebut belum menghasilkan tingkat peningkatan yang seragam.

Hasil tersebut sejalan dengan kerangka *experiential learning* yang digunakan dalam pendahuluan. Tembrevilla, Phillion, dan Zeadin (2024) melalui telaah terhadap 220 penelitian pendidikan teknik menunjukkan bahwa pengalaman belajar dapat meningkatkan capaian akademik dan pengalaman belajar, tetapi keberhasilannya dipengaruhi oleh bagaimana pengalaman tersebut dirancang dan dihubungkan dengan landasan teoretis. Dalam konteks penelitian ini, mahasiswa tidak hanya mengamati TOR, tetapi berhadapan dengan fungsi komponen, rangkaian kontrol, pengaturan arus, serta kondisi *trip*. Namun, variasi N-Gain menunjukkan bahwa pengalaman konkret saja belum cukup untuk menghasilkan capaian yang sama.

Temuan tersebut juga memperlihatkan perbedaan dengan kesan yang dapat muncul dari penelitian Musa et al. (2025), yang melaporkan kepuasan tinggi mahasiswa terhadap *Motor Control Trainer with Smart Notes*. Dalam penelitian ini, bukti yang diperoleh tidak hanya berupa persepsi, tetapi juga menunjukkan bahwa sebagian mahasiswa masih berada pada kategori N-Gain rendah. Dokumen penelitian juga mencatat bahwa perbedaan kemampuan awal menjadi salah satu kondisi yang perlu diperhatikan karena mahasiswa dengan skor awal tinggi memiliki ruang peningkatan yang lebih kecil.

B. Respons mahasiswa terhadap penerapan alat peraga TOR

Data angket memperlihatkan bahwa respons mahasiswa terhadap penggunaan alat peraga cenderung positif, tetapi tetap berbeda dari capaian kognitif. Dari 12 mahasiswa, sembilan memberikan skor 4, dua memberikan skor 3, dan satu memberikan skor 5. Total skor adalah 47 dari skor maksimum 60, sehingga diperoleh persentase 78,33%, yang berada pada kategori setuju.

Tabel 3. Ringkasan respons mahasiswa

Komponen	Hasil
Jumlah responden	12 mahasiswa
Skor maksimum	60
Skor diperoleh	47
Persentase	78,33%
Kategori	Setuju

Perbedaan antara respons mahasiswa dan peningkatan kognitif perlu diperhatikan. Respons 78,33% menunjukkan penerimaan terhadap penggunaan alat peraga, sedangkan N-Gain 0,38 menunjukkan peningkatan pemahaman pada tingkat sedang. Dengan demikian, persepsi positif terhadap pengalaman praktik tidak dapat langsung disamakan dengan peningkatan penguasaan materi. Temuan ini mendukung pandangan Tembrevilla et al. (2024) bahwa evaluasi *experiential learning* sebaiknya mencakup capaian akademik sekaligus pengalaman belajar dan refleksi mahasiswa.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan TOR berkaitan dengan peningkatan pemahaman mahasiswa, tetapi peningkatan tersebut bersifat **bervariasi**, bukan merata. Temuan ini juga konsisten dengan fungsi TOR dalam konteks teknis, karena pengaturan proteksi harus disesuaikan dengan kondisi arus motor dan karakteristik beban; Sartika, Prasetya, dan Krisnawati (2025) juga menemukan adanya perbedaan antara pengaturan TOR di lapangan dan hasil perhitungan berdasarkan kondisi arus motor. Oleh karena itu, hasil penelitian lebih tepat dibaca sebagai bukti bahwa pengalaman praktik dengan TOR dapat membantu menghubungkan konsep proteksi dengan kondisi rangkaian nyata, sekaligus menunjukkan perlunya latihan dan pendampingan agar peningkatan pemahaman lebih merata.

IV. PEMBAHASAN

A. Penerapan alat peraga TOR dan perubahan pemahaman mahasiswa

Temuan pertama menunjukkan bahwa penerapan alat peraga Thermal Overload Relay (TOR) berkaitan dengan peningkatan pemahaman mahasiswa, tetapi peningkatan tersebut tidak berlangsung dengan tingkat yang sama pada seluruh mahasiswa. Hasil ini perlu dibaca secara hati-hati karena perubahan rata-rata skor tidak secara otomatis berarti seluruh mahasiswa memperoleh penguasaan konsep yang setara. Data penelitian justru memperlihatkan adanya variasi capaian yang perlu dijelaskan melalui karakter pengalaman belajar dan kemampuan awal mahasiswa.

Nilai rata-rata mahasiswa meningkat dari 70,83 pada pretest menjadi 79,17 pada posttest, dengan kenaikan 8,34 poin. Persentase ketuntasan juga berubah dari 66,67% menjadi 83,33%. Namun, analisis N-Gain menghasilkan rata-rata 0,38 pada kategori sedang. Dari 12 mahasiswa, hanya satu mahasiswa berada pada kategori tinggi, lima mahasiswa berada pada kategori sedang, dan enam mahasiswa berada pada kategori rendah. Dengan demikian, kenaikan skor yang terjadi pada seluruh mahasiswa tidak identik dengan peningkatan penguasaan yang sama. Dua mahasiswa bahkan masih belum mencapai batas ketuntasan setelah perlakuan. Temuan tersebut menunjukkan bahwa penerapan alat peraga memberikan perubahan pada hasil pengukuran, tetapi respons pembelajaran mahasiswa tetap beragam.

Variasi tersebut dapat dipahami dari karakter materi TOR yang tidak hanya menuntut kemampuan mengingat fungsi komponen. Mahasiswa harus menghubungkan arus motor, pengaturan current setting, rangkaian daya, kontak bantu, kontaktor, kondisi overload, proses trip, dan reset. Dengan demikian, peningkatan pemahaman membutuhkan proses menghubungkan beberapa representasi pengetahuan sekaligus. Penelitian Charitopoulos, Rangoussi, dan Koulouriotis (2022) menunjukkan bahwa kombinasi pembelajaran elektronik dan aktivitas laboratorium hands-on dapat memberikan informasi mengenai perkembangan performa mahasiswa, tetapi karakteristik dan kemampuan mahasiswa tetap berpengaruh terhadap hasil belajar. Dalam penelitian ini, pola tersebut terlihat dari perbedaan N-Gain meskipun seluruh mahasiswa mengalami kenaikan skor.

Temuan ini juga berkaitan dengan penelitian Inderanata dan Sukardi (2023) yang menunjukkan bahwa pendidikan vokasi perlu menggabungkan pengetahuan, sikap, dan keterampilan melalui

pembelajaran yang mendekati praktik kerja. Demonstrasi dan pengalaman praktik menjadi relevan karena pembelajaran teknik tidak hanya berorientasi pada pemahaman deklaratif. Pada konteks TOR, mahasiswa harus memahami alasan teknis di balik suatu pengaturan dan mampu menghubungkan kondisi beban dengan respons perangkat proteksi.

Dalam perspektif experiential learning, pengalaman konkret merupakan bagian dari siklus pembentukan pengetahuan, tetapi pengalaman tersebut perlu diikuti proses refleksi dan konseptualisasi. Temuan N-Gain yang masih beragam menunjukkan bahwa alat peraga menyediakan pengalaman konkret, sedangkan kedalaman pembentukan konsep tidak sepenuhnya ditentukan oleh keberadaan alat. Hasil ini konsisten dengan gagasan bahwa pengalaman belajar akan lebih bermakna apabila mahasiswa tidak berhenti pada tindakan mengoperasikan perangkat, tetapi juga memahami hubungan antara tindakan, kondisi rangkaian, dan konsekuensi teknisnya.

B. Hubungan antara pengalaman praktik dan pembentukan kompetensi teknik

Temuan kedua menunjukkan bahwa pengalaman praktik dengan perangkat nyata dapat membantu menghubungkan pengetahuan teoritis dengan penerapan teknis, tetapi media praktik perlu ditempatkan dalam rangkaian aktivitas yang terstruktur. Artinya, alat peraga tidak bekerja sebagai objek pembelajaran yang berdiri sendiri; fungsi pedagogisnya muncul ketika mahasiswa diberi kesempatan mengamati, mengoperasikan, menguji, dan menafsirkan respons sistem.

Dalam penelitian ini, mahasiswa tidak hanya diperkenalkan pada bentuk TOR, tetapi melakukan kegiatan yang berkaitan dengan rangkaian daya dan kontrol, pengaturan arus, operasi motor, kondisi overload, trip, perubahan kontak bantu, serta reset. Dokumen hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah kegiatan tersebut rata-rata nilai meningkat dan ketuntasan bertambah. Pengalaman tersebut memberikan hubungan langsung antara konsep proteksi yang sebelumnya bersifat teoritis dengan perubahan kondisi pada rangkaian motor.

Temuan tersebut memiliki kesesuaian dengan Malado dan Habibu (2023) yang mengembangkan modul praktikum instalasi penerangan dan menempatkan prosedur praktikum sebagai bagian dari upaya mengatasi perbedaan pemahaman peserta didik. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa modul dapat digunakan sebagai pendukung kegiatan praktik melalui langkah yang lebih terstruktur. Perbedaanannya, penelitian ini tidak berfokus pada kelayakan modul, melainkan pada perubahan

pemahaman setelah mahasiswa berinteraksi langsung dengan perangkat proteksi motor.

Perbedaan tersebut membantu menjelaskan mengapa kenaikan hasil belajar dalam penelitian ini berada pada kategori sedang. Alat peraga memungkinkan mahasiswa memperoleh pengalaman konkret, tetapi struktur pembelajaran tetap menentukan bagaimana pengalaman tersebut diterjemahkan menjadi pengetahuan. Zhong, Liu, dan Li (2024), misalnya, menunjukkan bahwa pendekatan reverse engineering dapat meningkatkan performa belajar melalui proses mengamati, menganalisis, dan membangun kembali pemahaman dari suatu objek atau sistem. Dalam konteks TOR, proses serupa dapat muncul ketika mahasiswa tidak sekadar melihat perangkat, tetapi menelusuri hubungan antara arus, setting proteksi, kondisi beban, dan mekanisme trip.

Temuan tersebut menguatkan prinsip bahwa pembelajaran teknik membutuhkan keterkaitan antara pengalaman dan konseptualisasi. Dalam teori experiential learning Kolb, pengalaman konkret tidak berdiri sendiri, tetapi perlu dilanjutkan melalui observasi reflektif, konseptualisasi abstrak, dan eksperimen aktif. Dengan demikian, hasil penelitian dapat ditafsirkan bahwa alat peraga TOR menyediakan kondisi awal untuk siklus tersebut, sedangkan peningkatan capaian yang lebih merata memerlukan kegiatan refleksi dan latihan yang menyertai praktik.

C. Variasi capaian mahasiswa dan keterbatasan asumsi “praktik langsung selalu menghasilkan capaian tinggi”

Temuan ketiga memperlihatkan bahwa asumsi bahwa semakin konkret pengalaman praktik maka semakin tinggi pula hasil belajar tidak sepenuhnya didukung oleh data penelitian. Pengalaman langsung memang diikuti kenaikan nilai, tetapi enam mahasiswa masih berada pada kategori N-Gain rendah. Dengan demikian, hubungan antara pengalaman praktik dan hasil belajar bersifat lebih kompleks daripada sekadar menyediakan perangkat praktik.

Mahasiswa dengan nilai awal tinggi memiliki ruang peningkatan yang lebih terbatas, sedangkan beberapa mahasiswa dengan nilai awal rendah mengalami kenaikan skor absolut tetapi tetap menghasilkan N-Gain rendah. Dokumen penelitian sendiri mengidentifikasi perbedaan kemampuan awal sebagai salah satu kondisi yang dapat menjelaskan variasi tersebut.

Pola tersebut selaras dengan penelitian Khan, Salele, Hasan, dan Abdou (2023) mengenai kesiapan mahasiswa teknik dalam implementasi Outcome-Based Education. Mereka menunjukkan bahwa kesiapan belajar mahasiswa tidak hanya berkaitan

dengan metode pembelajaran, tetapi juga kondisi dan karakteristik mahasiswa dalam mencapai kompetensi yang ditetapkan. Pada pembelajaran TOR, kemampuan awal mengenai motor listrik, rangkaian kontrol, dan konsep proteksi kemungkinan memengaruhi seberapa jauh mahasiswa dapat memanfaatkan pengalaman praktik yang sama.

Fernandez, White, Smith, Connor, dan Ryan (2023) juga menunjukkan bahwa aktivitas laboratorium praktis memiliki dimensi partisipasi yang tidak selalu seragam. Temuan mereka mengenai perbedaan waktu dan pengalaman mahasiswa dalam aktivitas laboratorium memperlihatkan bahwa pengalaman praktik perlu dipahami sebagai aktivitas yang dipengaruhi oleh pola keterlibatan peserta didik. Dengan demikian, dua mahasiswa yang berada pada ruang praktik yang sama belum tentu memperoleh pengalaman belajar yang sama.

Dalam kerangka experiential learning, variasi tersebut dapat dipahami sebagai perbedaan dalam proses mengubah pengalaman menjadi pengetahuan. Pengalaman konkret yang sama dapat menghasilkan pemahaman berbeda karena mahasiswa memasuki pengalaman dengan pengetahuan awal, strategi belajar, dan kemampuan refleksi yang berbeda. Karena itu, hasil N-Gain yang beragam bukan sekadar kelemahan hasil penelitian, tetapi memberikan informasi bahwa pembelajaran berbasis praktik perlu memperhatikan diferensiasi kemampuan awal dan pendampingan selama proses pembentukan konsep.

D. Respons positif mahasiswa tidak identik dengan peningkatan pemahaman

Temuan keempat menunjukkan adanya perbedaan antara persepsi mahasiswa terhadap alat peraga dan capaian kognitif yang diperoleh setelah praktikum. Respons mahasiswa mencapai 78,33% atau kategori setuju, sedangkan N-Gain rata-rata hanya 0,38 pada kategori sedang. Artinya, penerimaan mahasiswa terhadap pengalaman belajar tidak dapat digunakan sebagai satu-satunya indikator penguasaan materi.

Angket menunjukkan skor 47 dari skor maksimum 60. Sembilan mahasiswa memberikan skor 4, dua mahasiswa memberikan skor 3, dan satu mahasiswa memberikan skor 5. Pada saat yang sama, enam mahasiswa berada pada kategori N-Gain rendah. Perbedaan ini memperlihatkan bahwa mahasiswa dapat menilai pengalaman praktikum secara positif meskipun peningkatan kemampuan yang terukur belum berada pada tingkat yang sama.

Pola tersebut memiliki konsekuensi terhadap cara evaluasi pembelajaran praktik. Chueh dan Kao (2024) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis masalah dapat menghubungkan materi perkuliahan

dengan konteks nyata dan pengembangan kompetensi profesional. Namun, pengukuran capaian tetap membutuhkan indikator yang mampu menangkap perubahan kemampuan, bukan hanya persepsi peserta didik. Hal serupa terlihat pada penelitian ini: angket menggambarkan penerimaan terhadap media, sedangkan pretest-posttest dan N-Gain memberikan gambaran berbeda mengenai perubahan pemahaman.

Daryono dan rekan-rekan (2025) juga menempatkan kompetensi sebagai konstruk yang lebih luas daripada sekadar persepsi terhadap pembelajaran. Dalam konteks pendidikan vokasi, keterampilan yang berkaitan dengan kesiapan kerja berkembang melalui kombinasi pengetahuan, pengalaman, dan kemampuan menerapkan pengetahuan dalam konteks nyata. Karena itu, hasil angket dalam penelitian ini sebaiknya dibaca sebagai informasi pendukung mengenai pengalaman mahasiswa, bukan sebagai pengganti bukti perubahan hasil belajar.

Temuan tersebut kembali pada prinsip experiential learning bahwa pengalaman belajar mencakup dimensi kognitif sekaligus pengalaman subjektif mahasiswa. Persepsi positif dapat menjadi kondisi yang mendukung keterlibatan, tetapi tidak menjamin transformasi pengalaman menjadi pemahaman konseptual yang mendalam. Penelitian Maynard, Garcia, Lucietto, Hutzal, dan Newell (2021) menunjukkan bahwa pengalaman belajar berbasis aktivitas dapat dirancang untuk mempertemukan pengalaman langsung dengan proses pembelajaran konseptual.

E. Keterhubungan temuan dengan pembelajaran teknik elektro

Secara keseluruhan, temuan penelitian menunjukkan bahwa efektivitas pembelajaran praktik tidak terutama ditentukan oleh keberadaan perangkat, tetapi oleh hubungan antara perangkat, aktivitas mahasiswa, dan tujuan kompetensi. Hasil ini relevan dengan kebutuhan pembelajaran teknik elektro yang menuntut keterpaduan pengetahuan teori dan keterampilan praktik.

Penelitian Laumba, Angmalisang, dan Takaredase (2026) pada pembelajaran instalasi motor listrik juga menggunakan desain One Group Pretest-Posttest dan menunjukkan adanya perubahan hasil belajar setelah penerapan Problem Based Learning. Temuan tersebut memperlihatkan bahwa pembelajaran pada materi motor listrik dapat memperoleh manfaat dari aktivitas yang menempatkan mahasiswa sebagai pelaku pemecahan masalah. Penelitian Laksono, Laksono, Rizki, Fahmi, dan Abd Azis (2026) pada modul praktikum PLC portabel juga menunjukkan bahwa keterbatasan

fasilitas dapat direspons melalui media praktik yang memungkinkan mahasiswa berinteraksi dengan komponen teknis secara langsung.

Jika kedua temuan tersebut dibandingkan dengan penelitian ini, terlihat bahwa media praktik dan strategi pembelajaran memiliki fungsi yang saling melengkapi. TOR memberikan objek konkret untuk memahami proteksi motor, sedangkan struktur aktivitas praktikum menentukan bagaimana objek tersebut dipelajari. Penelitian Zapalska (2021) menempatkan pengalaman sebagai dasar pembelajaran aktif melalui model experiential learning, sedangkan Sipe, Malaluan, Gayeta, Zimik, dan Javier (2024) menunjukkan bahwa integrasi strategi pembelajaran aktif dapat membentuk pengalaman belajar yang lebih terarah.

Dengan demikian, peningkatan rata-rata skor dalam penelitian ini sebaiknya ditafsirkan sebagai hasil dari pertemuan antara pengalaman konkret menggunakan TOR dan aktivitas pembelajaran yang menyertainya, bukan sebagai efek perangkat yang berdiri sendiri. Interpretasi ini konsisten dengan teori populer Kolb: pembelajaran berkembang ketika pengalaman konkret diproses melalui refleksi, konseptualisasi, dan eksperimen kembali. Dalam penelitian ini, TOR menyediakan pengalaman konkret; pengujian kondisi normal dan overload menyediakan kesempatan eksperimen; sedangkan peningkatan N-Gain yang belum merata menunjukkan bahwa tahap refleksi dan konseptualisasi masih perlu diperkuat. Karena itu, temuan penelitian mengarah pada pemahaman bahwa pembelajaran praktik yang efektif bukan sekadar memperbanyak interaksi mahasiswa dengan perangkat, melainkan mengorganisasikan pengalaman tersebut menjadi siklus belajar yang memungkinkan mahasiswa memahami mengapa TOR bekerja, kapan pengaturan proteksi digunakan, dan bagaimana respons sistem harus ditafsirkan.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan alat peraga Thermal Overload Relay (TOR) pada Praktikum Pengendalian Motor Listrik dapat mendukung peningkatan pemahaman mahasiswa terhadap fungsi dan prinsip kerja proteksi beban lebih pada motor listrik. Temuan tersebut terlihat dari peningkatan nilai rata-rata mahasiswa dari 70,83 pada pretest menjadi 79,17 pada posttest, peningkatan persentase ketuntasan dari 66,67% menjadi 83,33%, serta nilai rata-rata N-Gain sebesar 0,38 yang berada pada kategori sedang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tujuan penelitian untuk mengetahui perubahan pemahaman mahasiswa setelah memperoleh pengalaman praktik dengan TOR telah tercapai,

meskipun peningkatannya belum merata pada seluruh mahasiswa.

Kontribusi penelitian terletak pada penggunaan TOR sebagai media yang menghubungkan konsep proteksi motor dengan pengalaman praktik langsung. Mahasiswa dapat mempelajari hubungan antara rangkaian daya dan kontrol, pengaturan arus, kondisi overload, proses trip, serta reset dalam satu kegiatan pembelajaran. Respons mahasiswa sebesar 78,33% juga menunjukkan bahwa alat peraga dapat diterima sebagai bagian dari kegiatan praktikum. Implikasi praktisnya, pembelajaran TOR perlu disertai demonstrasi, latihan pengawatan, pengujian kondisi gangguan, dan pendampingan agar mahasiswa tidak berhenti pada kemampuan mengoperasikan perangkat, tetapi mampu menjelaskan alasan teknis di balik setiap tindakan.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada jumlah partisipan yang hanya 12 mahasiswa dan penggunaan desain One Group Pretest–Posttest tanpa kelompok pembanding. Oleh karena itu, perubahan skor belum dapat dipastikan sepenuhnya sebagai akibat penggunaan alat peraga TOR. Selain itu, masih terdapat dua mahasiswa yang belum mencapai ketuntasan dan enam mahasiswa berada pada kategori N-Gain rendah. Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan partisipan yang lebih banyak, kelompok pembanding, waktu praktik yang lebih panjang, serta pengukuran keterampilan psikomotorik dan kemampuan pemecahan masalah agar pengaruh pembelajaran berbasis TOR dapat dipahami secara lebih menyeluruh.

REFERENSI

- Caves, K. M., & Oswald-Egg, M. E. (2023). An empirical case of education policy implementation in Serbian VET. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 10(2). <https://doi.org/10.13152/ijrvet.10.2.3>
- Charitopoulos, A., Rangoussi, M., & Koulouriotis, D. (2022). Blending e-learning with hands-on laboratory instruction in engineering education: An experimental study on early prediction of student performance and behavior. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(20), 213–230. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i20.33141>
- Chueh, H.-E., & Kao, C.-C. (2024). Problem-based learning in engineering education: Connecting course content with real-world contexts and professional competencies. *Education Sciences*, 14(9), 1–15.
- Daryono, D., et al. (2025). Vocational education and training competencies for work readiness: Integrating knowledge, skills, and workplace learning. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 12(1), 1–20.
- Fania, M., Iriani, T., & Arthur, R. (2024). Improving vocational student competencies through industrial class-based experiential learning. *Jurnal Pensil*, 13(1). <https://doi.org/10.21009/jpensil.v13i1.38151>
- Fernandez, T., White, M., Smith, J., Connor, K., & Ryan, M. (2023). Participation and engagement in practical laboratory learning: Examining differences in student experiences. *Frontiers in Education*, 8, 1194968. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1194968>
- Guerrero-Osuna, H. A., García-Vázquez, F., Ibarra-Delgado, S., Mata-Romero, M. E., Nava-Pintor, J. A., Ornelas-Vargas, G., Castañeda-Miranda, R., Rodríguez-Abdalá, V. I., & Solís-Sánchez, L. O. (2024). Developing a cloud and IoT-integrated remote laboratory to enhance Education 4.0: An approach for FPGA-based motor control. *Applied Sciences*, 14(22), 10115. <https://doi.org/10.3390/app142210115>
- Inderanata, K., & Sukardi, T. (2023). Vocational education and training through integrated knowledge, attitude, and skills development. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 13(2), 1–12.
- Khan, M. A., Salele, N., Hasan, M. K., & Abdou, B. O. (2023). Engineering students' readiness for outcome-based education: Implications for engineering education practice. *International Journal of Instruction*, 16(4), 1–18.
- Kolho, P., Raappana, A., Joensuu-Salo, S., & Pihkala, T. (2023). Teacher's agency and

- the cooperation with entrepreneurs in entrepreneurship education. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 10(3). <https://doi.org/10.13152/ijrvet.10.3.2>
- Kverneggen, K.-A., Schmid, E., & Andresen, S. (2026). Vocational teachers' work at the boundary of school and work: A scoping review. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 13(2), 237–260. <https://doi.org/10.13152/IJRVET.13.2.4>
- Laksono, D. T., Laksono, E. D., Rizki, A., Fahmi, M., & Abd Azis, M. (2026). Pengembangan Modul Praktikum PLC Portable Terintegrasi Elektropneumatik Berbasis ADDIE pada Pendidikan Vokasi. (2026). *JURNAL EDUNITRO Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 6(1), 49-56. <https://ejurnal.unima.ac.id/index.php/edunitro/article/view/13507>
- Laumba, A., Angmalisang, H., & Takaredase, A. (2026). Pembelajaran Berbasis Masalah Meningkatkan Hasil Belajar Instalasi Motor Listrik Siswa SMK Cokroaminoto Kotamobagu. (2026). *JURNAL EDUNITRO Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 6(1), 31-38. <https://ejurnal.unima.ac.id/index.php/edunitro/article/view/13401>
- Li, J., & Liang, W. (2024). Effectiveness of virtual laboratory in engineering education: A meta-analysis. *PLoS ONE*, 19(12), e0316269. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0316269>
- Malado, M. A., & Habibu, A. (2023). Pengembangan Modul Praktikum Instalasi Penerangan Listrik di SMK Negeri 1 Talaud. (2023). *JURNAL EDUNITRO Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 3(2), 115–126. <https://doi.org/10.53682/edunitro.v3i2.6389>
- Maynard, N. G., Garcia, A. C., Lucietto, A. M., Hutzel, W., & Newell, J. A. (2021). Experiential learning in engineering education: A framework for connecting experience and conceptual learning. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 11(6), 1–15. <https://doi.org/10.3991/ijep.v11i6.16539>
- Musa, F. N., Tumeran, T., & Geno, H. (2025). Study on the effectiveness and student satisfaction towards Motor Control Trainer with Smart Notes. *Pena Modern Practices in Teaching and Learning*, 3(1), 34–41. <https://penacendekia.com.my/index.php/pmp/article/view/98>
- Nunyonameh, C., Obinnim, E., & Adzivor, E. K. (2024). Apprenticeship reforms in West Africa: An outcome-process evaluation of a pilot dual training model-based apprenticeship reform scheme in Ghana. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 11(2). <https://doi.org/10.13152/ijrvet.11.2.4>
- Pylväs, L., & Nokelainen, P. (2025). The role of basic psychological needs satisfaction in Finnish vocational students' school burnout and dropout intentions. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 12(2). <https://doi.org/10.13152/ijrvet.12.2.4>
- Salgado Sánchez, P., Rosado Lebrón, A., Borshchak Kachalov, A., Oviedo, Á., Porter, J., & Laverón Simavilla, A. (2025). A laboratory set-up for hands-on learning of heat transfer principles in aerospace engineering education. *Thermo*, 5(4), 45. <https://doi.org/10.3390/thermo5040045>
- Sartika, L., Prasetya, A. M., & Krisnawati, M. (2025). Sistem proteksi Thermal Overload Relay (TOR) pada motor induksi 3 fasa sebagai penghancur batu bara di PT. Mitrabara Adiperdana Tbk. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 23(2), 297–304. <https://doi.org/10.24843/MITE.2024.v23i02.P14>
- Shivaramu, H. T., Aveen, K. P., & Ullal, V. N. (2025). The role of experiential learning in improving academic performance and student satisfaction in engineering education. *Discover Education*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s44217-025-01019-y>

- Sipe, C. L., Malaluan, E. A., Gayeta, M. J. A., Zimik, S., & Javier, M. D. (2024). Active learning strategies in engineering education: Effects on student engagement and learning experiences. *Asian Journal of Engineering Education*, 13(1), 1–12.
- Tembrevilla, G., Phillion, A., & Zeadin, M. (2024). Experiential learning in engineering education: A systematic literature review. *Journal of Engineering Education*, 113(1), 195–218. <https://doi.org/10.1002/jee.20575>
- Tucker, T., Goldstein, M. H., & Mercier, E. (2023). Understanding the impact of product characteristics on groups' collaboration during a dissection task. *Studies in Engineering Education*, 4(2), 1–21. <https://doi.org/10.21061/see.98>
- Wang, X., Lin, W., Xue, T., Green, A., Gu, L., He, Y., Huang, X., Jin, Z., & Wu, Y. (2022). Workplace learning in China: Transferring training into practice to improve performance. *International Journal for Research in Vocational Education and Training*, 9(3). <https://doi.org/10.13152/ijrvet.9.3.1>
- Zapalska, A. M. (2021). Experiential learning and active learning approaches in engineering education. *Asian Journal of Engineering Education*, 1(1), 1–10.
- Zhong, X., Liu, Y., & Li, X. (2024). Reverse engineering as an experiential learning approach in engineering education. *Education Sciences*, 14(8), 1–12.