

LETTER OF ACCEPTANCE

No: 16/VOL.10 No.1/01/2026

Dear Muhammad Ilham, Muhammad Rizal Fachri, Baihaqi

Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh

It's great pleasure that we notify you regarding the acceptance of your paper:

Paper ID : 33571

Title : **Thermal Overload Relay Trainer Design For Electric Motor Control Practice**

Has been **ACCEPTED** for publication in Circuit: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro in Volume 10 No 1, February 2026.

Congratulation! Thank you very much for contributing to Circuit.

Banda Aceh, January 5nd 2026



Sadrina
Sadrina, M.Sc
Editor in Chief



DESAIN TRAINER THERMAL OVERLOAD RELAY UNTUK PRAKTIKUM PENGENDALIAN MOTOR LISTRIK

Muhammad Ilham¹, Muhammad Rizal Fachri²,

^{1,2}Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Prodi Pendidikan Teknik Elektro
E-mail : 220211038@student.ar-raniry.ac.id

Dikirimkan:

Diterima:

Diterbitkan:

Abstrak

This study aims to design and test the feasibility of a Thermal Overload Relay (TOR) trainer as a learning media for motor control practicum. The research was motivated by the limited availability of practicum media that allow students to understand the working principles of TOR through direct application. This study employed a Research and Development (R&D) approach using the 4D model (Define, Design, Develop, Disseminate) but was limited to the develop stage. Data were collected through expert validation sheets (media and material experts) using a Likert scale. The results showed that the TOR trainer was rated in the 'Eligible to Highly Eligible' category with an average validation score of 4.2. This indicates that the product can be used as an effective learning media. The findings imply that the developed trainer enhances students' practical understanding of motor protection systems.

Keywords: Trainer; Thermal Overload Relay; Motor Listrik; Media Pembelajaran; R&D

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji kelayakan trainer Thermal Overload Relay (TOR) sebagai media pembelajaran praktikum pengendalian motor listrik. Latar belakang penelitian didasarkan pada minimnya media praktikum yang memungkinkan mahasiswa memahami prinsip kerja TOR secara aplikatif. Penelitian menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model 4D (mendefinisikan, Desain, pengembangan,penyebaran), namun dibatasi hanya sampai tahap pengembangan. Data diperoleh melalui validasi ahli media dan ahli materi menggunakan instrumen lembar validasi skala Likert. Hasil penelitian menunjukkan bahwa trainer TOR dinilai dalam kategori 'Layak hingga Sangat Layak' dengan rata-rata skor validasi 4,2. Hal ini menunjukkan bahwa produk dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang efektif.

Kata kunci: Trainer; Thermal Overload Relay; Motor Listrik; Media Pembelajaran; R&D

PENDAHULUAN

Motor listrik merupakan salah satu komponen utama dalam sistem tenaga dan industri moderen. Hampir semua peralatan industri, rumah tangga, maupun fasilitas publik memanfaatkan motor listrik sebagai penggerak utama. Motor listrik bekerja dengan mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Namun, permasalahan utama yang sering terjadi adalah overheating akibat arus lebih, yang dapat menimbulkan kerusakan serius pada lilitan motor maupun sistem kelistrikan secara keseluruhan[1]. Untuk mengatasi masalah ini, thermal overload relay (TOR) digunakan sebagai perangkat perlindungan. Thermal overload relay berfungsi untuk memantau arus yang mengalir ke motor dan memutuskan aliran listrik jika arus melebihi batas yang telah ditentukan. dengan cara ini, TOR dapat mencegah kerusakan pada motor akibat overheating Thermal Overload Relay. (TOR) dirancang untuk melindungi motor dengan cara memutus arus listrik apabila terjadi beban berlebih[2].

Dalam konteks pendidikan vokasional, pemahaman prinsip kerja TOR sangatlah penting. Mahasiswa diharapkan tidak hanya memahami teori, namun juga mampu

mengaplikasikan konsep tersebut dalam praktik nyata. Sayangnya, keterbatasan media pembelajaran di laboratorium seringkali membatasi mahasiswa dalam menguasai keterampilan proteksi motor listrik. Hal ini berdampak pada rendahnya kesiapan mahasiswa menghadapi dunia kerja, yang menuntut keterampilan teknis tinggi [3].

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan media trainer untuk membantu pembelajaran teknik elektro. Mengembangkan trainer pengendali elektromagnetik untuk instalasi motor listrik di SMK, yang terbukti meningkatkan pemahaman siswa. Mispan dkk. (2024) melakukan rancangan sistem monitoring TOR untuk motor induksi 3 fasa. Fokus penelitian berada pada pengujian respon TOR terhadap variasi beban dengan hasil bahwa tripping tidak selalu terjadi sesuai pengaturan awal, memberikan gambaran karakteristik kerja TOR secara langsung di motor induksi [4]. Apylianto dkk. (2024) memperkenalkan rancangan TOR berbasis Arduino Uno dengan sensor PZEM-004T. Penelitian ini menunjukkan integrasi mikrokontroler sebagai alternatif desain TOR yang akurat dan mampu menyediakan data real-time [5]. Perbedaan dengan Penelitian Saya, Penelitian saya tidak hanya menguji performa TOR, tetapi menitikberatkan pada perancangan dan pembuatan trainer praktikum yang digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah pengendalian motor listrik. Trainer yang dirancang bersifat edukatif, memungkinkan mahasiswa memahami Prinsip kerja TOR, Proses setting arus TOR, Pengaruh beban terhadap motor dan TOR secara langsung [6]. Dengan demikian, perbedaan utama terletak pada tujuan penelitian, di mana penelitian terdahulu bersifat analitis dan monitoring, sedangkan penelitian ini bersifat pengembangan media praktikum (trainer). Namun, hingga saat ini belum banyak penelitian yang fokus pada trainer khusus proteksi motor menggunakan Thermal Overload Relay [7].

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan akan media pembelajaran yang aplikatif dan kontekstual. Trainer TOR dapat menjadi solusi praktis untuk menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik. Dengan adanya trainer ini, mahasiswa dapat belajar langsung bagaimana TOR bekerja dalam melindungi motor listrik dari kerusakan akibat overload. Selain itu, trainer juga berfungsi sebagai sarana praktikum yang mendorong mahasiswa untuk berpikir kritis, melakukan eksperimen, dan memahami konsep proteksi secara menyeluruh [8].

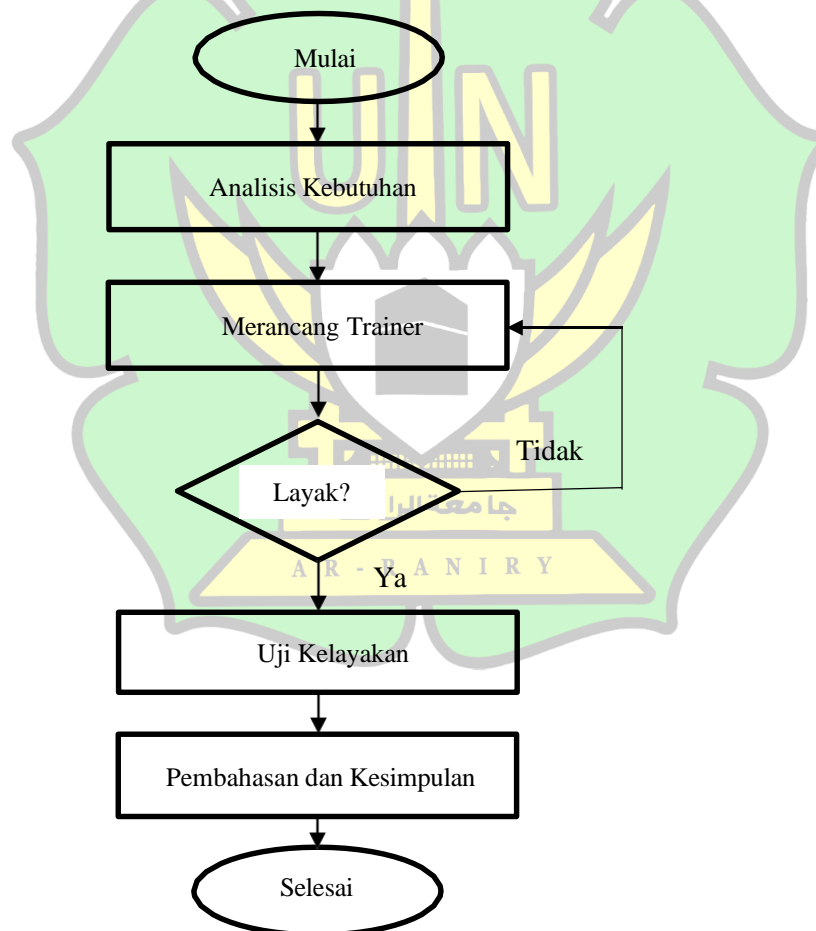
Tujuan penelitian ini adalah merancang desain trainer TOR yang sesuai untuk praktikum pengendalian motor listrik serta menguji kelayakan trainer sebagai media pembelajaran. Manfaat penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi positif dalam dunia pendidikan vokasional, baik sebagai bahan ajar, media pembelajaran, maupun acuan untuk penelitian selanjutnya serta perancangan trainer thermal overload relay ini dapat dijadikan sebagai sarana edukasi kepada masyarakat mengenai cara penggunaan dan meningkatkan pemahaman masyarakat mengenai cara mengoperasikan dan memanfaatkan komponen-komponen yang ada di dalam alat tersebut [9].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model pengembangan 4D yang dikembangkan oleh Thiagarajan (1974). R&D merupakan jenis penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan suatu produk atau inovasi yang baru dan bermanfaat. Tujuan utama dari R&D adalah untuk meningkatkan kualitas produk dan meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam suatu proses. Model ini terdiri dari empat

tahapan, yaitu Define, Design, Develop, dan Disseminate. Penelitian ini hanya dilakukan sampai tahap Develop[10].

Define: Pada tahap ini dilakukan identifikasi kebutuhan pembelajaran melalui observasi kegiatan praktikum dan wawancara dengan dosen serta mahasiswa. Tahap ini juga mencakup studi literatur untuk memperkuat dasar teori pengembangan trainer TOR. Design: Tahap ini meliputi perancangan fisik trainer TOR, termasuk pemilihan komponen seperti motor listrik, kontaktor, relay, panel kontrol, dan konektor banana plug. Desain dilakukan dengan memperhatikan aspek keamanan, kepraktisan, dan kemudahan penggunaan. Develop: Tahap ini mencakup pembuatan prototipe trainer TOR serta uji validasi. Validasi dilakukan oleh ahli media untuk menilai aspek teknis dan tampilan trainer, serta oleh ahli materi untuk menilai kesesuaian isi pembelajaran. Disseminate: tahap ini tidak dilaksanakan karena penelitian masih terbatas pada pengembangan dan uji coba awal. Untuk penelitian ini, desain pengembangan yang digunakan mengikuti prosedur penelitian pengembangan dengan menerapkan model pengembangan 4D ini terdiri tahap yaitu: define, design, development, disseminate. yang telah disesuaikan dan dimodifikasi seperti yang dapat dilihat pada Flowcart berikut[11].



Gambar 1 Alur Penelitian *Trainer Thermal Overload Relay*

Alur penelitian pengembangan trainer Thermal Overload Relay (TOR) dimulai dengan tahap mulai atau identifikasi kebutuhan, di mana peneliti mengamati permasalahan dalam proses pembelajaran, khususnya keterbatasan media praktik yang dapat menjelaskan konsep kerja TOR secara nyata. Selanjutnya dilakukan analisis kebutuhan untuk menentukan spesifikasi, komponen, dan fitur yang diperlukan agar trainer dapat

mendukung pembelajaran praktikum pengendalian motor listrik secara efektif[12]. Tahap berikutnya adalah perancangan trainer, yang mencakup pembuatan desain rangkaian kontrol dan daya, pemilihan komponen, serta perancangan tampilan fisik alat peraga. Setelah prototipe selesai, dilakukan uji kelayakan oleh ahli desain dan ahli media untuk menilai fungsi, keamanan, serta efektivitas trainer dalam mendukung pembelajaran. adapun indikator validasi ahli desain dapat di lihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1 Indikator Kelayakan Validasi Desain

No	Indikator Kelayakan	Jumlah Pertanyaan
1.	Desain Fisik dan Layout	6
2.	Fungsi dan Oprasioanal	3
3.	Manfaat	5

Indikator validasi pada aspek Desain Fisik dan Layout, Fungsi dan Operasional, serta Manfaat mencakup penilaian terhadap kerapian tata letak komponen, kejelasan label, keamanan, dan kemudahan penggunaan alat kesesuaian fungsi setiap bagian alat dengan prinsip kerja yang dirancang, kemudahan pengoperasian, serta keandalan sistem dalam menampilkan konsep thermal overload secara nyata, dan sejauh mana media tersebut memberikan manfaat dalam mendukung proses pembelajaran, membantu mahasiswa memahami konsep pengendalian motor listrik, serta meningkatkan keterampilan praktik di laboratorium. Ketiga aspek ini saling berkaitan untuk memastikan bahwa media pembelajaran tidak hanya layak secara teknis, tetapi juga efektif secara edukatif dan aman digunakan dalam kegiatan praktikum[13].Selanjutnya yaitu indikator kelayakan validasi Media dapat di lihat pada tabel 2 berikut.

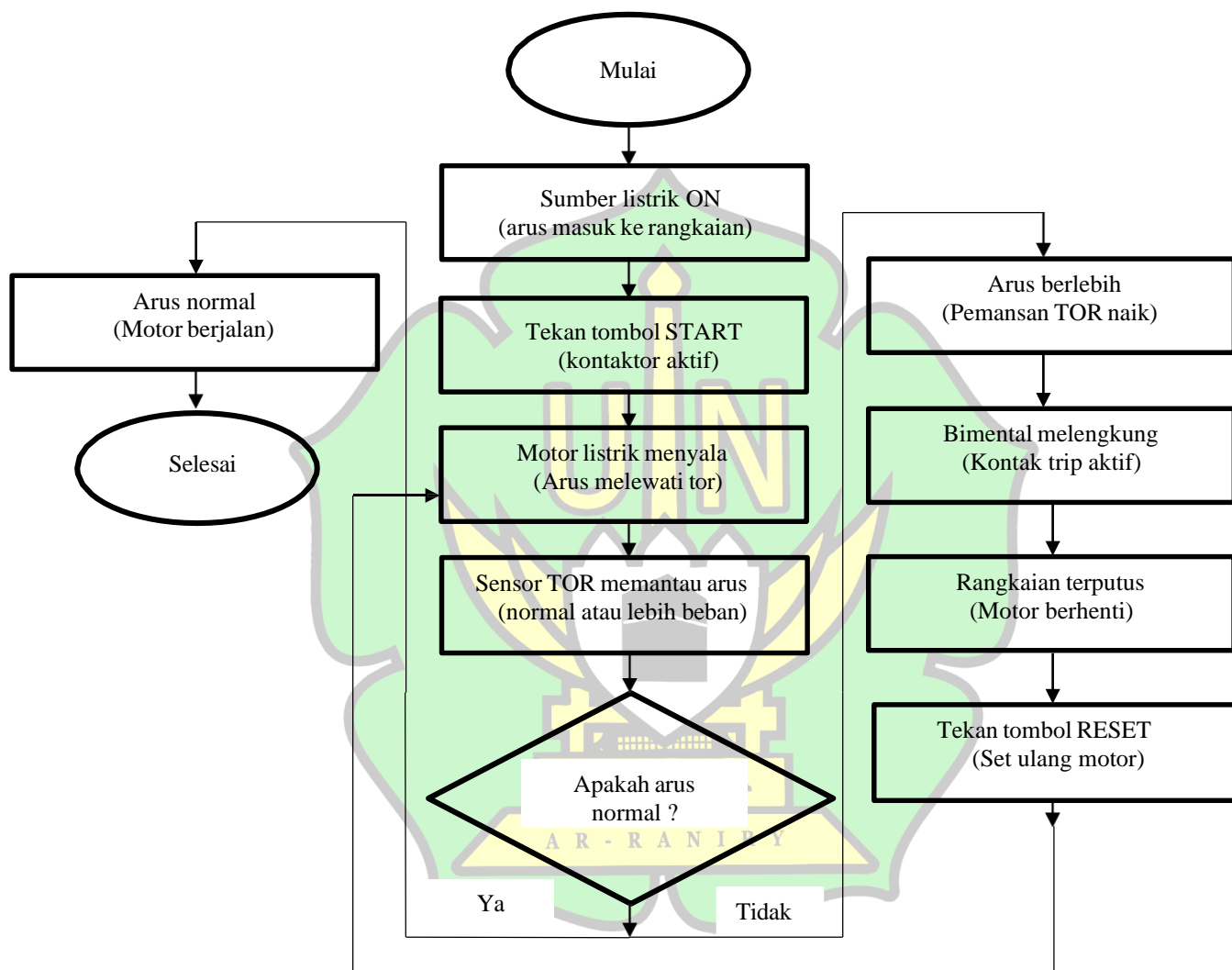
Tabel 2 Indikator Kelayakan Validasi Media

No	Indikator Kelayakan	Jumlah Pertanyaan
1.	Bentuk Media	5
2.	Tampilan Umum	4
3.	Praktis	5
4.	Teknis	3
5.	Kualitas media	2

Indikator kelayakan media pada aspek Bentuk Media, Tampilan Umum, Praktis, Teknis, dan Kualitas Media mencakup penilaian terhadap kesesuaian bentuk media dengan tujuan pembelajaran dan karakteristik materi, tampilan umum yang menarik, rapi, serta proporsional sehingga mudah dipahami oleh pengguna, tingkat kepraktisan media dalam proses penggunaan dan perawatan di laboratorium, aspek teknis yang menilai ketepatan fungsi setiap komponen sesuai rancangan, serta kualitas media secara keseluruhan yang mencerminkan ketahanan, keamanan, dan keandalan alat saat digunakan dalam kegiatan praktikum. Aspek-aspek tersebut memastikan bahwa media tidak hanya memenuhi

standar fungsional, tetapi juga memiliki nilai estetika, efisiensi, dan efektivitas sebagai alat bantu pembelajaran yang layak digunakan[14].

Hasil uji tersebut kemudian dianalisis pada tahap pembahasan, guna mengidentifikasi kelebihan, kekurangan, dan potensi pengembangan lebih lanjut. Akhirnya, penelitian ditutup dengan kesimpulan yang merangkum keberhasilan rancangan trainer TOR sebagai media pembelajaran inovatif dalam praktik pengendalian motor listrik. Adapun cara kerja trainer TOR dapat di lihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. cara kerja *trainer* TOR

Instrumen penelitian berupa lembar validasi dengan skala Likert (1-5). Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif untuk menentukan kategori kelayakan produk. Persamaan berikut akan memperlihatkan rumus untuk menghitung persentase kelayakan trainer pada Rumus 1 :

$$\text{Presentase Kelayakan} = \text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah Nilai Keseluruhan}}{\text{Jumlah Nilai Maksimum}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Kategori hasil validasi ahli ditentukan berdasarkan tingkat respon yang ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3 Kategori hasil validasi ahli

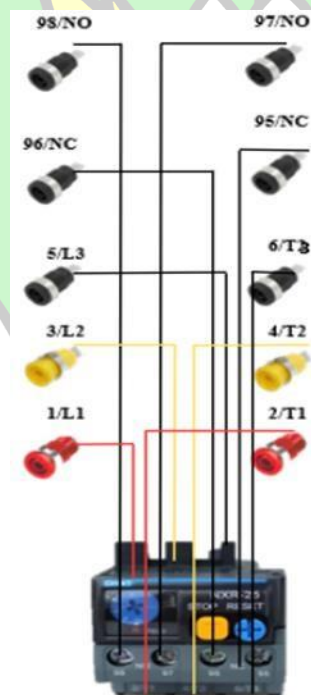
Kategori	Tingkat Presentase (%)
Sangat Layak	80 – 100
Layak	61 – 80
Cukup Layak	41 – 60
Tidak Layak	21 – 40
Sangat Tidak Layak	0 - 20

analisis dilakukan dengan menghitung rata-rata skor dan menginterpretasikan hasil berdasarkan kriteria penilaian. Dalam penelitian ini, peneliti mengumpulkan data validasi ahli dengan cara mempresentasikan alat peraga atau trainer thermal overload relay kepada ahli media dan ahli desain. Proses ini disertai dengan pembagian lembar validasi media dan lembar validasi desain.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

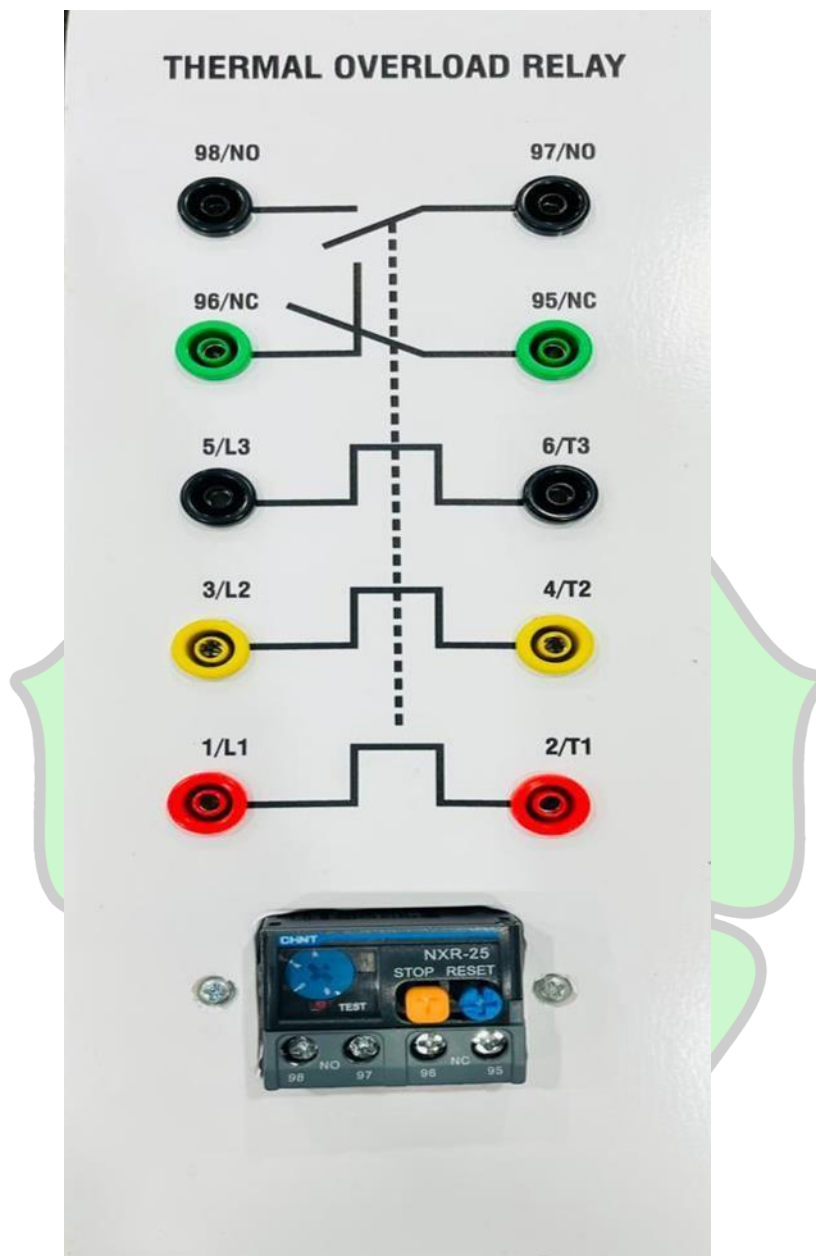
Produk penelitian yang dihasilkan berupa trainer *Thermal Overload Relay* (TOR). Trainer ini dilengkapi dengan motor listrik, TOR, saklar, fuse, dan panel simulasi. Desain trainer dibuat dalam bentuk panel box dengan ukuran sedang sehingga mudah dipindahkan dan digunakan dalam praktikum. Berikut adalah Gambar wiring diagram Thermal overload Relay pada gambar 3 berikut.



Gambar 3 Wiring Diagram Trainer *Thermal Overload Relay*

Gambar wiring diagram tersebut menunjukkan trainer rangkaian Tor untuk motor tiga fasa yang terdiri dari thermal overload relay, dan kontak bantu sebagai media pembelajaran sistem kendali motor listrik. Tor berfungsi untuk menghubungkan dan memutus aliran daya dari sumber ke motor melalui terminal L1–L3 dan T1–T3, sedangkan overload relay berfungsi sebagai pengaman motor dari arus lebih dengan

memutus rangkaian kontrol ketika terjadi beban berlebih. Kontak bantu NO (Normally Open) dan NC (Normally Closed) digunakan untuk rangkaian kendali, seperti fungsi interlock dan holding circuit[15]. Berikut adalah hasil desain Trainer Thermal Overload Relay Pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil Desain *Thermal Overload Relay*

Alat peraga Thermal Overload Relay (TOR) dilakukan melalui dua aspek validasi, yaitu validasi media dan validasi Desain. Proses validasi ini melibatkan empat dosen ahli di kampus, di mana dua dosen berperan sebagai validator ahli media dan dua dosen lainnya sebagai validator ahli desain. Tujuan dari uji validasi media adalah untuk mengetahui apakah alat peraga TOR layak digunakan dalam proses pembelajaran, khususnya bagi mahasiswa yang mengambil mata kuliah pengendalian motor listrik, dilihat dari aspek tampilan, kejelasan komponen, keamanan penggunaan, dan kemudahan operasional[16]. Sementara itu, validasi desain bertujuan untuk menilai desain dan layout, fungsi dan operasional, dan manfaat alat peraga dalam membantu mahasiswa memahami prinsip kerja

Thermal Overload Relay dalam sistem pengendalian motor listrik. Hasil penilaian ini menjadi dasar untuk menentukan apakah alat peraga Thermal Overload Relay telah memenuhi standar kelayakan untuk digunakan sebagai media pembelajaran[17].adapun hasil validasi media dapat di lihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4.Hasil validasi media

No	Indikator	Aspek pertanyaan	Kriteria	
			Validator 1	Validator 2
1.	Bentuk media	Kompenen yang ada pada alat peraga di perlihatkan dengan jelas	5	5
2.		Alat peraga mudah di pahami	4	4
3.		Alat peraga memiliki komponen utama	5	5
4.		Alat peraga menjadi alat media pratikum	5	5
5.		Alat peraga yang di tampilkan menyajikan konsep dari materi tor	5	5
6.	Tampilan umum	Desai alat peraga ini bisa menarik perhatian	5	5
7.		Tata letak komponen pada alat peraga ini presisi sehingga menjadi daya tarik	4	5
8.		Tampilan alat ini sederhana sehingga mudah di pahami	5	4
9.		Tampilan umum trainer sudah mencerminkan media pembelajaran	4	4
10.	praktis	Alat dan bahan mudah di dapat	5	5
11.		trainer TOR mudah digunakan oleh dosen maupun mahasiswa saat praktikum	5	4
12.		Alat dan bahan yang digunakan mudah dipahami fungsinya	5	5
13.		Alat peraga ini memiliki ketahanan dalam jangka panjang	4	4

14		Alat dan bahan pada alat peraga yang dipakai layak untuk digunakan	5	5
15		Alat peraga ini biaya awal yang relatif terjangkau	5	5
16	teknis	Alat peraga <i>trainer tor</i> untuk motor induks tiga phasa dapat berfungsi secara baik	5	5
17		Pengopersian alat praga ini memiliki cara kerja yang mudah dimengerti	5	4
18		Pengopersian alat praga ini dilakukan secara manual	4	5
19	Kualitas media	Alat praga ini memiliki daya jual yang tinggi	4	5
20		Biaya perawatan yang lebih rendah	4	5
jumlah			93	94
persentase			93	94
Persentase keseluruhan			93,5	

Hasil validasi media yang dilakukan oleh dua validator ahli menunjukkan bahwa alat peraga *Thermal Overload Relay (TOR)* telah memenuhi kriteria kelayakan sebagai media pembelajaran. Penilaian para ahli mencakup beberapa aspek, seperti tampilan fisik, kerapian konstruksi, keamanan penggunaan, kejelasan tata letak komponen. Secara umum, nilai yang diberikan menunjukkan bahwa desain media sudah cukup baik dan mampu memfasilitasi proses pembelajaran praktik pengendalian motor listrik. Dengan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa media alat peraga TOR dinyatakan layak digunakan dan efektif sebagai sarana pendukung media pembelajaran. Dan selanjutnya dilakukan pengujian validasi desain untuk mengetahui alat peraga *trainer thermal overload relay* layak atau tidak di gunakan untuk pratikum pengendalian motor listrik dapat di lihat pada tabel 5 berikut.

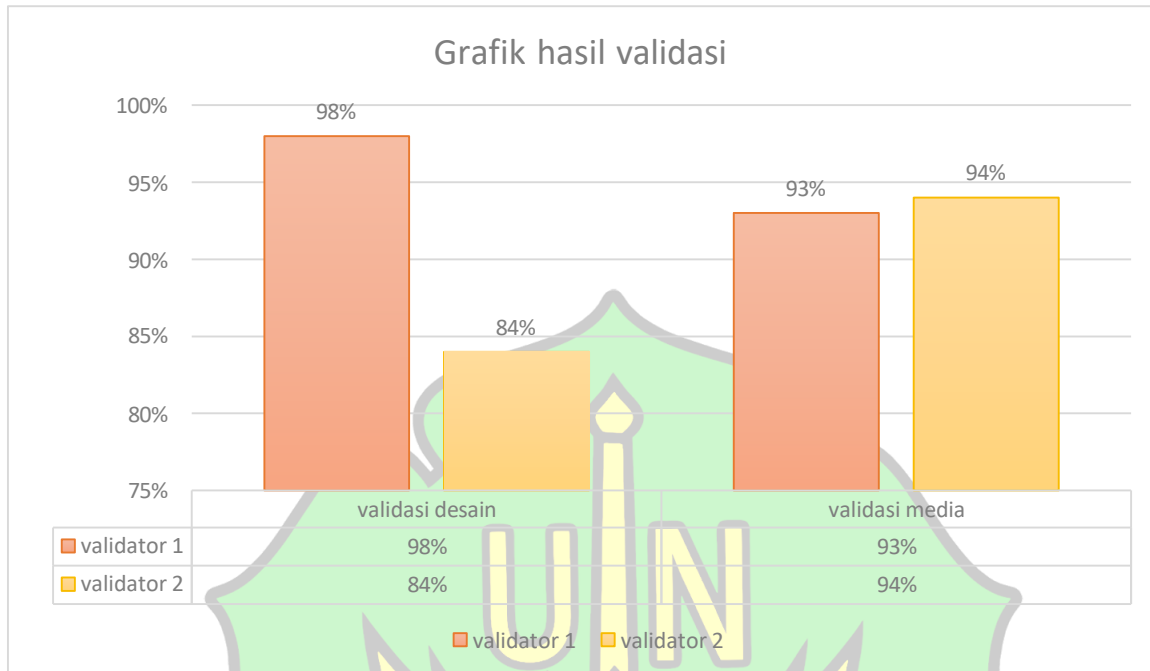
Tabel 5.Hasil Validasi Media

No	Indikator	Aspek pertanyaan	Kriteria	
			Validator 1	Validator 2
1.		Tata letak komponen tersusun rapi dan mudah di pahami	5	5
2.		Kualitas kerapian fisik trainer	5	4
3.		Keamanan Penggunaan komponen listrik	5	4
4.		Penataan kabel aman,tidak berantakan	5	4

5.	Desain fisik & layout	Standarisasi simbol wiring diagram dan simbol-simbol kelistrikan yang sudah baku dan diakui secara internasional atau nasional	5	5
6.		Kualitas matrial dan fisik	5	4
7.	Fungsi & Operasional	Wiring listrik sesuai dengan standar keselamatan	5	4
8.		Menerapkan Keselamatan K3 Pada Trainer Thermal Overload Relay	5	4
9.		Label perkabelan input-output pada trainer thermal overload relay tersusun dengan benar	5	5
10	Manfaat	Dengan adanya alat peraga <i>Trainer thermal overload relay</i> mahasiswa dapat memahami dengan jelas kegunaan tor untuk Motor Listrik tiga Fasa	5	4
11		Dapat mengembang luaskan pemahaman tentang Tor untuk motor listrik induksi tiga fasa	4	4
12		Mahasiswa dapat meningkatkan keterampilan praktik kelistrikan materi <i>Tor</i> dan motor induksi tiga fasa	5	4
13		Dapat menjadikan motivasi mahasiswa dalam melaksanakan pembelajaranPraktikum Pengendali an Motor Listrik	5	4
14		Dapat mendukung pembelajaran dalam mata kuliah Praktikum Pengendalian Motor listrik	5	4
		Jumlah	69	59
		presentase	98,5	84,2
		Persentase keseluruhan	91,35	

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh dua validator, diperoleh persentase kelayakan masing-masing sebesar 98,2% dan 84,2%, dengan rata-rata persentase keseluruhan sebesar 91,2%. Hasil ini menunjukkan bahwa alat peraga Thermal Overload Relay (TOR) berada pada kategori Sangat Layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran. Persentase yang tinggi tersebut mengindikasikan bahwa baik dari aspek tampilan fisik, konstruksi media, maupun dari aspek kesesuaian materi dan kemanfaatannya untuk proses pembelajaran, alat peraga TOR telah memenuhi standar

kelayakan yang ditetapkan. Dengan demikian, media ini dinilai mampu membantu mahasiswa untuk pratikum pengendalian motor listrik. Berikut adalah grafik dari hasil validasi Media dan Desain dapat di lihat pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5 Grafik Validasi Ahli Media Dan Desain

Grafik tersebut menampilkan perbandingan hasil penilaian antara dua validator terhadap aspek desain dan media. Pada bagian validasi desain, validator 1 memberikan skor 98%, yang menunjukkan bahwa rancangan dinilai sangat layak dan sesuai dengan kriteria yang ditetapkan. Sementara itu, validator 2 memberikan nilai 84%, yang menandakan bahwa meskipun desain sudah baik, masih terdapat beberapa aspek yang dianggap perlu perbaikan atau penyempurnaan. Untuk validasi media, kedua validator memberikan hasil yang relatif tinggi dan konsisten [18]. Validator 1 memberikan nilai 93%, sedangkan validator 2 memberikan 94%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan telah memenuhi standar kelayakan, baik dari segi tampilan, fungsionalitas, maupun kemudahan penggunaan. Secara keseluruhan, grafik memperlihatkan bahwa baik desain maupun media telah memperoleh kategori sangat layak, dengan perbedaan penilaian yang wajar antar validator. Temuan ini menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan sudah memenuhi kriteria kelayakan dan siap digunakan dalam proses pembelajaran.

PEMBAHASAN PENELITIAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan trainer Thermal Overload Relay (TOR) berhasil memenuhi tujuan penelitian, yaitu menghasilkan media praktikum yang layak dan efektif untuk mendukung pembelajaran pengendalian motor listrik. Temuan ini diperoleh melalui proses validasi oleh empat validator yang terdiri dari dua ahli media dan dua ahli desain [17]. Proses validasi dilakukan menggunakan lembar penilaian dengan skala Likert (1–5), sehingga memungkinkan peneliti memperoleh gambaran kuantitatif mengenai tingkat kelayakan trainer TOR. Hasil validasi media menunjukkan persentase

kelayakan sebesar 93,5%, sedangkan validasi desain memperoleh persentase 91,35%, sehingga keduanya berada pada kategori Sangat Layak. Data tersebut diperoleh dari penjumlahan skor yang diberikan oleh para validator berdasarkan indikator bentuk media, tampilan umum, kepraktisan, teknis, kualitas media, serta indikator desain fisik dan layout, fungsi dan operasional, dan manfaat trainer TOR. [19]. Trainer TOR yang dikembangkan tidak hanya memperjelas konsep kerja TOR melalui simulasi langsung, tetapi juga memperkuat teori pembelajaran berbasis pengalaman (*experiential learning*) yang menekankan pentingnya keterlibatan aktif mahasiswa dalam praktik laboratorium. Selain mengonfirmasi teori yang ada, penelitian ini menghasilkan modifikasi media pembelajaran yang lebih praktis dan portable sehingga dapat dijadikan model pengembangan media teknik elektro di masa depan [20]. Dengan demikian, trainer TOR terbukti efektif, aman, dan relevan sebagai alat bantu pembelajaran pada praktik pengendalian motor listrik.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa pengembangan trainer Thermal Overload Relay (TOR) berhasil memenuhi tujuan penelitian, yaitu merancang dan menguji kelayakan media pembelajaran untuk praktikum pengendalian motor listrik. Trainer yang dihasilkan telah melalui proses validasi oleh dua ahli media dan dua ahli desain, dengan hasil persentase kelayakan 93,5% pada aspek media dan 91,35% pada aspek desain, sehingga dikategorikan Sangat Layak. Temuan ini menunjukkan bahwa trainer TOR memiliki tampilan yang baik.

SARAN

Trainer *thermal overload relay* yang dikembangkan dalam penelitian ini direkomendasikan untuk digunakan sebagai media pendukung praktikum pengendalian motor listrik guna meningkatkan efektivitas dan kualitas proses pembelajaran. Untuk pengembangan selanjutnya, trainer ini dapat disempurnakan melalui penambahan fitur yang lebih komprehensif, seperti integrasi dengan sistem kontrol berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC), penerapan sensor digital, serta pengembangan modul praktikum yang lebih sistematis dan variatif agar selaras dengan kebutuhan pembelajaran dan perkembangan teknologi di bidang kelistrikan industri.

Referensi

- [1] Ariawan, M. Y., & Kuswantori, A. (2024). Modifikasi Sistem Elektrik Feeding Compound Serta Penambahan Alat Pendeteksi Compound Minim Dan Compound Putus. *Jurnal Instrumentasi dan Teknologi Informasi (JITI)*, 5(2), 126-135.
<https://jurnal.poltek-gt.ac.id/index.php/jiti/article/view/65>
- [2] Jamal, S. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Robot Line Follower Berbasis STM32. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 9(2), 710-718.
<https://jurnaldikpora.jogjaprov.go.id/index.php/jurnalideguru/article/view/784>
- [3] Mispan, M., Adam, A. A., Amin, N., & Pirade, Y. S. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Thermal Overload Relay Pada Motor Induksi 3 Fasa. *Foristek*, 13(2).
- [4] Okpatrioka, O. (2023). Research and development (R&D) penelitian yang inovatif dalam pendidikan. *Dharma Acariya Nusantara: Jurnal Pendidikan, Bahasa dan Budaya*, 1(1), 86-100.

- https://www.researchgate.net/publication/383254667_Research_And_Development_RD_Penelitian_Yang_Inovatif_Dalam_Pendidikan
- [5] Puspita, T., & Darmawan, I. A. (2023). Thermal Overload Relay (TOR) Sebagai Sistem Proteksi Motor Induksi 3 Fasa Pada Mesin Molding Biofuel Pelletizer Di PT. Sejin Lestari Furniture. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika*, 2(2), 168-181.
- [https://www.semanticscholar.org/paper/Thermal-Overload-Relay-\(TOR\)-Sebagai-Sistem-Motor-3-Puspita-](https://www.semanticscholar.org/paper/Thermal-Overload-Relay-(TOR)-Sebagai-Sistem-Motor-3-Puspita-)
- [6] Ratnaya, I. G., & Arsa, I. P. S. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Pengendali Elektromagnetik Pada Instalasi Motor Listrik Di Jurusan Teknik Listrik Smk Negeri 3 Singaraja. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, 10(1), 36-44. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JJPTE/article/view/50336>
- [7] Rochman, A. F., & Wisaksono, A. (2024). Wiring Diagram For The Ventilation Panel. *Procedia of Engineering and Life Science*, 5, 316-320.
- [8] Roth, P. (2023). Appendix F Practical Experiments for Demonstration of Grounding and Bonding-Related Principles.
- [9] Safitri, D. (2025). Perancangan ui/ux sistem monitoring personal trainer berbasis website di frans gym jambi menggunakan metode design thinking (Doctoral dissertation, Universitas Jambi).
- https://www.researchgate.net/publication/357076909_Perancangan_UIUX_Menggunakan_Metode_Design_Thinking_Berbasis_Web_Pada_Laportea_Company/fulltext/638133927b0e356feb828994/Perancangan-UI-UX-
- [10] Satria, M. A., Safaruddin, S., & Andre, A. D. (2022). Analisa Sistem Starting Dol (Direct on Line) Pada Motor Listrik Pt. Semen Baturaja. *Jurnal Multidisipliner BHARASUMBA*, 1(04), 395-402. https://www.researchgate.net/publication/380016922_analisa_sistem_starting_dol_direct_on_line_pada_motor_listrik_pt_semen_baturaja
- [11] Satriya, A. A., Joko, J., Achmad, F., & Ningrum, L. E. C. (2026). Pengembangan trainer gaya dorong motor brushless untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik mata pelajaran instalasi motor listrik smk penerbangan. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 15(02), 125-130. https://www.researchgate.net/publication/359503446_Pengembangan_Trainer_Instalasi_Motor_Listrik_untuk_Meningkatkan_Hasil_Belajar_Siswa_Sekolah_M
- [12] Suryana, A. (2020). *Dasar-Dasar Pengendalian Motor Listrik*. Yogyakarta: Andi Offset.
- [13] Wiguna, M. D. D., Arsa, I. P. S., & Ratnaya, I. G. (2020). Pengembangan media pembelajaran trainer pengendali elektromagnetik berbasis smart relay pada instalasi motor listrik. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, 9(3), 203-212. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JJPTE/article/view/37328>
- [14] Winsley, W. W., & Deli, D. D. (2024). Perancangan Dan Implementasi Photostock Di Sekolah Smp Charitas Batam Dengan Penerapan Metode 4D (Define, Design, Develop, Disseminate). *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(2). <https://www.mendeley.com/catalogue/3da64727-b0e6-35ce-a70c-5ad38c207f18/>
- [15] Fitzgerald, A. E., Kingsley, C., & Umans, S. D. (2013). *Electric Machinery*. McGraw-Hill Education.

<https://mrce.in/ebooks/Electric%20Machinery%20Fitzgerald%20&%20Kingsley%20E2%80%99s%207th%20Ed.pdf>

- [16] Nagrath, I. J., & Kothari, D. P. (2011). *Electric Machines*. Tata McGraw-Hill Education.
<https://drive.google.com/file/u/0/d/0B1hRhIvxBtMbeFZtOGl0YnY0SkE/view?usp=sharing&pli=1>
- [17] Rahmawati, D., & Hadi, S. (2021). Pengembangan Trainer Sistem Proteksi Motor Listrik Berbasis Thermal Overload Relay. *Jurnal Vokasional Teknik Elektro*, 9(1), 45–52.
- [18] Sudirman, A. (2020). Perancangan Media Pembelajaran Trainer Motor Listrik untuk Praktikum Kendali Elektromagnetik. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 27(2), 155–162.
- [19] Mispan, A. A. Adam, N. Amin & Y. S. Pirade. *Rancang Bangun Sistem Monitoring Thermal Overload Relay pada Motor Induksi 3 Phasa*. Fs, Vol. 13 No. 2, 2024.
https://foristek.fatek.untad.ac.id/index.php/foristek/article/view/326?utm_source
- [20] R. Aprilyanto, S. Susilo, A. Adistira, E. Ramadhan & B. Cahya Ningrum. *Design and Construction of Thermal Overload Relay (Siemens 3UA50) Based on Arduino Uno*. IJCSRR, 2024

