



Rizky Aulia¹⁾, Muhammad Ikhsan¹⁾,

¹⁻²⁾Pendidikan Teknik
Elektro, Universitas Islam
Negeri Ar-Raniry Banda
Aceh, Indonesia

Email:
220211007@student.ar-
raniry.ac.id

Desain Trainer Relay Listrik Berbasis IoT untuk Mata Kuliah Teknik Instalasi Listrik

Article Info

Article Information

Received : 28-08-2026

Revised : 28-08-2026

Accepted : 02-09-2026

Kata Kunci: Relay, IoT,
Kelayakan, Teknik Instalasi
Listrik

Abstrak :

Teknologi *Internet of Things* (IoT) dibidang pendidikan mendorong pembelajaran yang interaktif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang serta mengembangkan trainer relay listrik berbasis IoT diperuntukkan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Teknik Instalasi Listrik. Metode yang digunakan yaitu *Research and Development*(R&D) dengan model 4D, meliputi tahapan pendefinisian, perancangan, pengembangan dan penyebaran, adapun penelitian ini hanya mencakup pada tiga tahap pertama dan uji kelayakan. Dalam perancangan aspek K3 untuk mencegah korsleting melalui penggunaan alat selongsong bakar sebagai isolator dan *banana socket* berfungsi sebagai proses penyambungan dan pemutusan kabel yang lebih aman. Trainer dikembangkan dengan ESP32, relay 2 channel sebagai aktuator, sensor PZEM-004T untuk memantau tegangan, arus, frekuensi, daya aktif, power factor, energi, daya reaktif. Pengujian trainer dilakukan dengan eksekusi delay relay dan monitoring sensor PZEM-004T. Pengujian kelayakan sistem dilakukan melalui empat validator yang terdiri dari dua ahli media dan materi. Hasil penelitian menunjukkan trainer relay listrik berbasis IoT berhasil dirancang dengan memperoleh hasil validasi uji kelayakan dari ahli media dengan persentase kelayakan 88,67%, dan ahli materi 95%. Rata-rata keseluruhan tingkat kelayakan mencapai 91,8% dengan kategori sangat layak. Hasil tersebut menunjukkan trainer dapat digunakan untuk proses pembelajaran praktik pada mata kuliah Teknik Instalasi Listrik.



Abstract

Keywords: Relay, IoT, Feasibility, Electrical Installation Engineering

Internet of Things (IoT) technology in education promotes interactive learning. This research aims to design and develop an IoT-based electrical relay trainer as a learning medium for the Electrical Installation Engineering course. The research employed the Research and Development (R&D) method using the 4D model, consisting of define, design, develop, and disseminate stages. However, this study was limited to the first three stages and a feasibility test. Safety aspects were considered in the design to prevent short circuits by using heat-shrink tubing as an insulator and banana sockets for safer cable connection and disconnection. The trainer was developed using an ESP32, a 2-channel relay as an actuator, and a PZEM-004T sensor to monitor voltage, current, frequency, active power, power factor, energy, and reactive power. Testing was conducted by executing relay delays and monitoring the PZEM-004T sensor. The feasibility test involved four validators, consisting of two media experts and two subject-matter experts. The results showed feasibility scores of 88.67% from media experts and 95% from subject-matter experts, with an overall average of 91.8%, categorized as highly feasible. Therefore, the trainer is suitable for practical learning in the Electrical Installation Engineering course.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di era Revolusi Industri 4.0 telah membawa perubahan signifikan dalam berbagai bidang, termasuk sektor pendidikan (Annisa Ayu Nur Fadhilah et al., 2024). Integrasi teknologi digital, *Internet of Things* (IoT), kecerdasan buatan, serta sistem otomatisasi menuntut institusi pendidikan untuk menghasilkan lulusan yang tidak hanya memahami konsep teoritis, tetapi juga memiliki keterampilan praktik yang relevan dengan perkembangan dunia industri (Pratama, Fatkhurrokhman, and Irwanto 2025). Perguruan tinggi memiliki peran penting dalam mempersiapkan sumber daya manusia yang mampu beradaptasi terhadap perubahan teknologi melalui proses pembelajaran yang inovatif, interaktif, dan berbasis pengalaman langsung. Oleh karena itu, penyelenggaraan pembelajaran pada mata kuliah praktik perlu didukung oleh media pembelajaran yang mampu menghubungkan teori dengan penerapan di lapangan (Budiastuti et al., 2022).

Dalam bidang Pendidikan Teknik Elektro, khususnya pada mata kuliah Teknik Instalasi Listrik, mahasiswa dituntut untuk memahami prinsip kerja instalasi tenaga listrik,

sistem pengendalian, serta pengoperasian berbagai komponen kelistrikan, salah satunya adalah relay listrik (Yuliarsih, Ruslan, and Rahman 2022). Relay merupakan komponen penting yang digunakan sebagai saklar elektromagnetik untuk mengendalikan rangkaian listrik berdaya besar menggunakan sinyal berdaya rendah. Penguasaan terhadap prinsip kerja relay menjadi salah satu kompetensi dasar karena banyak diterapkan pada sistem kontrol industri, instalasi gedung, maupun sistem proteksi tenaga listrik (Tjandi, 2022). Oleh sebab itu, pembelajaran pada mata kuliah ini memerlukan media praktik yang mampu memperlihatkan cara kerja relay secara aman, sistematis, dan sesuai dengan kondisi di lapangan.

Media pembelajaran berupa trainer merupakan salah satu sarana praktikum yang banyak digunakan pada pendidikan vokasi maupun pendidikan teknik (Tampubolon et al., 2024). Trainer dirancang agar peserta didik dapat mempelajari prinsip kerja suatu sistem melalui simulasi maupun praktik secara langsung tanpa harus menggunakan instalasi sebenarnya (Pratama, Fatkhurrokhman, and Irwanto 2025). Selain memberikan kemudahan dalam proses pembelajaran, trainer juga membantu pengajar dalam menyampaikan materi praktikum secara lebih terstruktur, aman, dan efisien. Oleh karena itu, pengembangan trainer yang sesuai dengan kebutuhan mata kuliah menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas sarana pembelajaran praktik (Saputra & Ta'ali, 2023).

Namun demikian, trainer yang digunakan pada pembelajaran Teknik Instalasi Listrik umumnya masih berorientasi pada pengoperasian secara konvensional. Sebagian trainer hanya berfungsi sebagai media simulasi rangkaian tanpa dilengkapi fasilitas monitoring maupun pengendalian berbasis teknologi digital (Pangestu et al., 2023). Akibatnya, proses pengamatan kondisi kerja relay masih dilakukan secara manual sehingga fungsi trainer belum sepenuhnya menggambarkan perkembangan sistem kontrol yang saat ini banyak memanfaatkan teknologi berbasis jaringan (Putra et al., 2025). Kondisi tersebut menunjukkan perlunya pengembangan trainer yang lebih adaptif terhadap perkembangan teknologi (Febriyan, Fatkhurrokhman, and Irwanto 2025).

Salah satu teknologi yang berpotensi diterapkan pada media pembelajaran adalah Internet of Things (IoT). Teknologi ini memungkinkan perangkat elektronik saling terhubung melalui jaringan internet sehingga proses monitoring dan pengendalian dapat dilakukan secara *real-time* (Annisa Ayu Nur Fadhilah et al., 2024). Integrasi IoT pada trainer relay listrik dapat memberikan nilai tambah berupa pemantauan kondisi relay, pengendalian perangkat dari antarmuka digital, serta visualisasi status kerja sistem secara lebih informatif (Putra et al., 2025). Dengan demikian, trainer tidak hanya berfungsi sebagai media praktik, tetapi juga

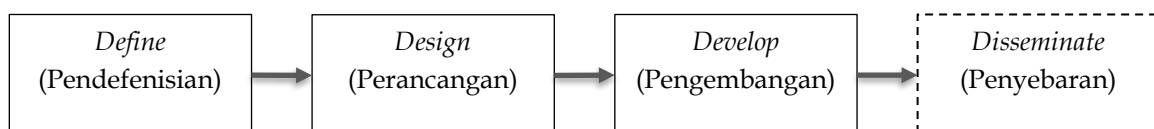
mampu merepresentasikan penerapan teknologi yang telah banyak digunakan pada sistem otomasi modern.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengembangkan berbagai jenis trainer pada bidang instalasi listrik, seperti trainer instalasi penerangan (Pangestu et al., 2023), trainer instalasi listrik (Yuliarsih, Ruslan, and Rahman 2022), trainer kit PCB (Budiastuti et al., 2022a), trainer *smart building* (Pratama, Fatkhurrokhman, and Irwanto 2025), trainer pembangkit listrik tenaga surya (Febriyan et al., 2025), maupun trainer mikrokontroler berbasis IoT (Annisa Ayu Nur Fadhilah et al., 2024). Hasil penelitian menunjukkan bahwa trainer yang dikembangkan telah memenuhi aspek kelayakan sebagai media pembelajaran berdasarkan hasil validasi ahli. Meskipun demikian, pengembangan trainer yang secara khusus mengintegrasikan sistem relay listrik dengan teknologi IoT untuk mata kuliah Teknik Instalasi Listrik masih terbatas. Selain itu, sebagian besar penelitian lebih berfokus pada fungsi instalasi atau sistem kendali tertentu sehingga belum secara spesifik menghadirkan trainer relay listrik yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran pada mata kuliah tersebut (Ma'ruf Nashrulloh et al., 2025).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini berfokus pada desain dan pengembangan trainer relay listrik berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32, relay 2 channel, aplikasi Blynk, serta sensor PZEM-004T untuk monitoring parameter kelistrikan. Integrasi tersebut diharapkan dapat menghasilkan media pembelajaran yang menggabungkan praktik dasar relay listrik dengan teknologi pengendalian dan monitoring berbasis internet dalam satu perangkat. Dengan demikian, penelitian ini memiliki kontribusi dalam menyediakan trainer pembelajaran yang lebih terintegrasi, interaktif, dan relevan dengan penerapan teknologi sistem kendali modern pada bidang Teknik Instalasi Listrik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D). Adapun model pengembangan yang digunakan pada metode ini yaitu model Model 4D (*Four-D*) yang mana terdiri dari 4 tahap, yaitu *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebaran) (Dewy et al., 2023) Gambar model penelitian 4D (*Four-D*) dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Model Penelitian 4D

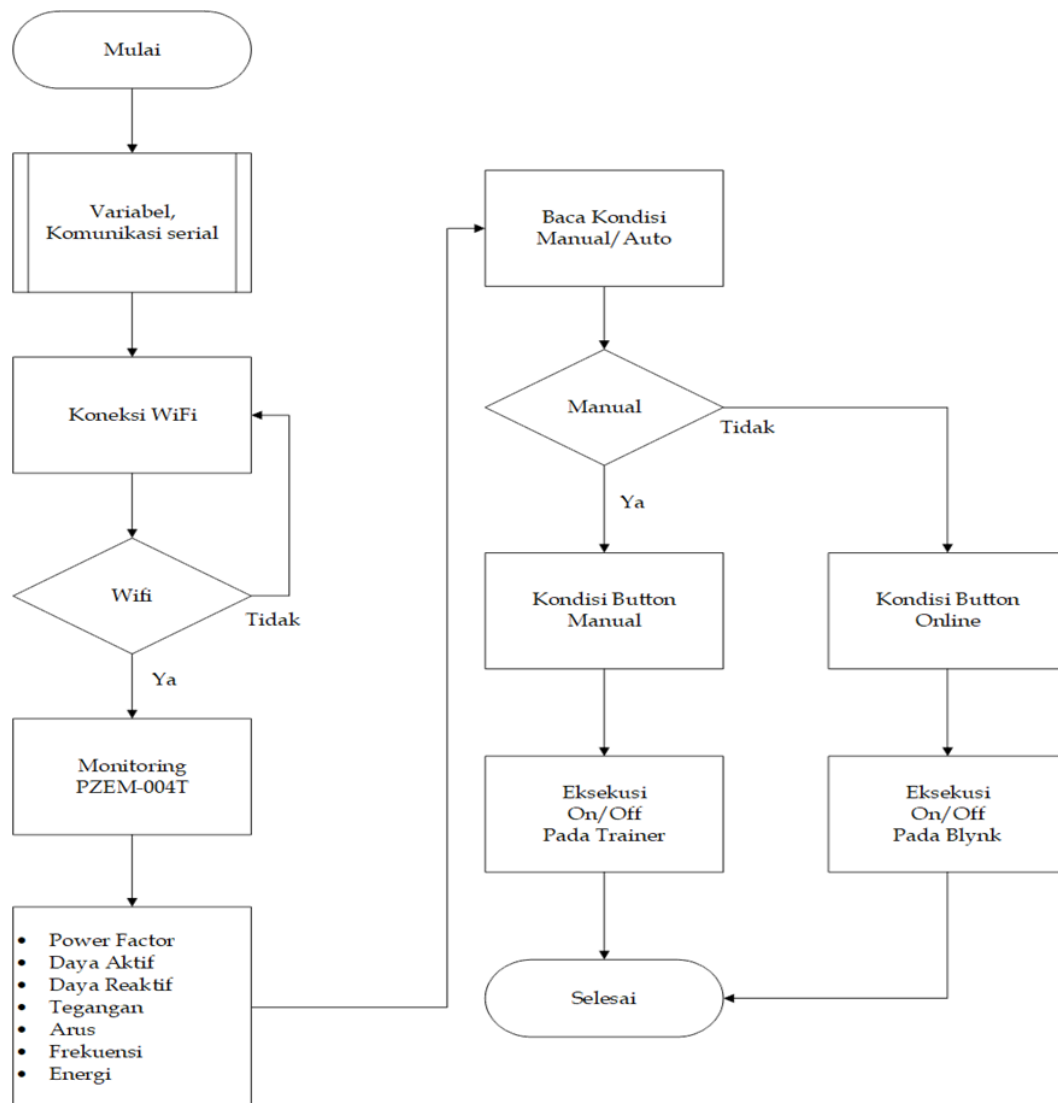
Adapun langkah-langkah penelitian yang peneliti gunakan pada rancang bangun trainer relay listrik berbasis IoT yaitu sebagai berikut.

1. *Define* (Pendefinisian)

Kegiatan pada tahap ini merupakan tahap awal dalam pengembangan trainer relay listrik berbasis Internet of Things (IoT). Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap kebutuhan media pembelajaran, permasalahan trainer relay konvensional, kebutuhan teknologi, serta aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Hasil analisis tersebut menjadi dasar dalam menentukan spesifikasi trainer yang akan dikembangkan. Berdasarkan hasil analisis, trainer relay konvensional masih memiliki keterbatasan karena pengoperasiannya dilakukan secara manual dan belum dilengkapi sistem monitoring serta pengendalian berbasis internet. Oleh karena itu, diperlukan trainer yang dapat mengintegrasikan sistem relay dengan teknologi IoT sehingga pengendalian dan monitoring dapat dilakukan secara lebih efektif. Dalam pengembangannya, trainer menggunakan ESP32 sebagai pusat kendali, relay 2 channel sebagai pengendali beban, Blynk sebagai sistem kontrol berbasis internet, dan PZEM-004T untuk memonitor tegangan, arus, dan daya. Aspek K3 juga diperhatikan melalui penggunaan heat-shrink untuk mengisolasi sambungan kabel dan banana socket untuk mempermudah penyambungan serta pemutusan kabel dengan lebih aman.

2. *Design* (Perancangan)

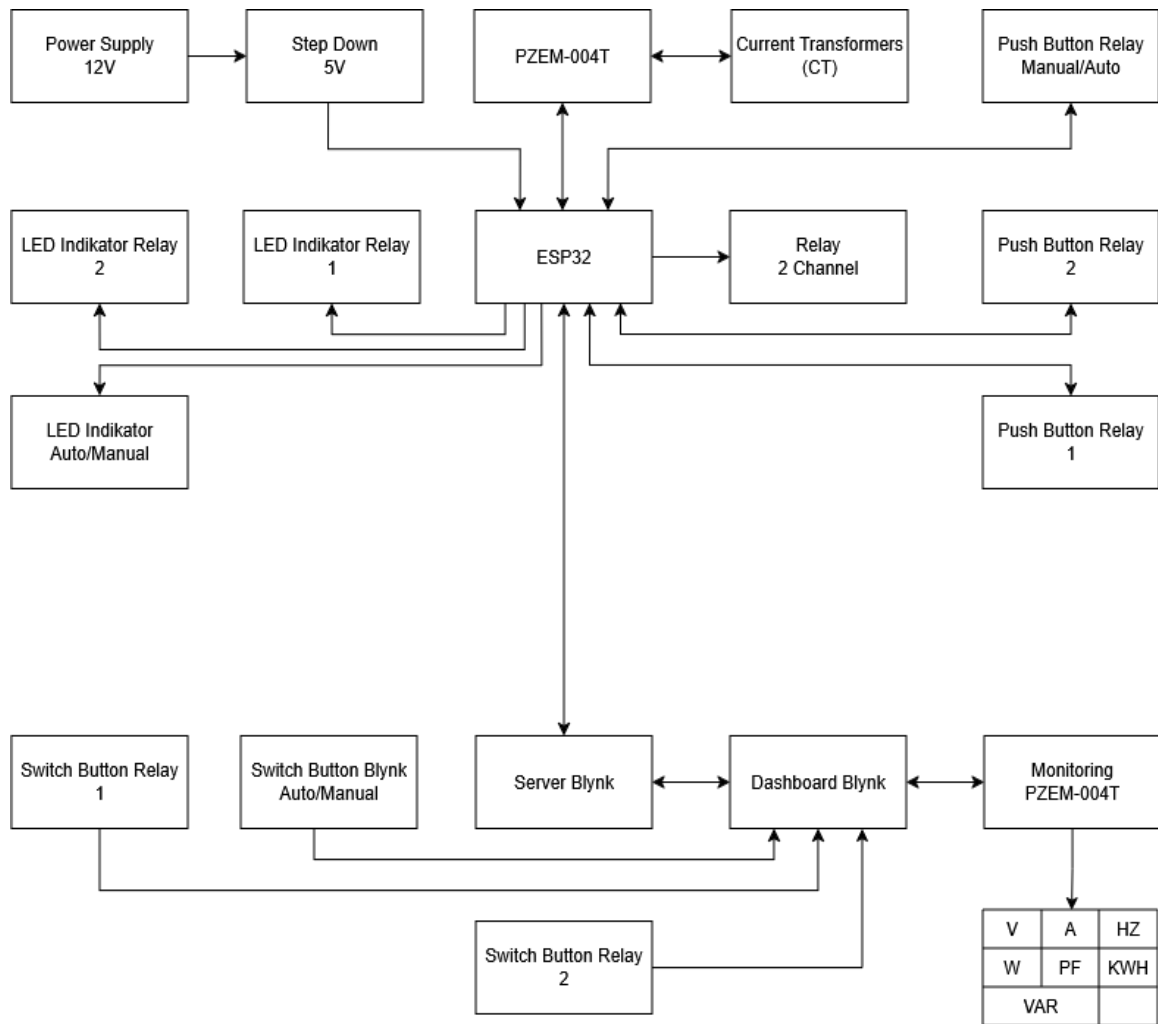
Pada tahap ini penulis melakukan perancangan sistem yang mengacu pada pembahasan yang telah penulis uraikan diatas dan akan diterapkan pada perancangan sistem trainer relay berbasis *Internet of Things* pada matakuliah Teknik Instalasi Listrik, perancangan yang dilakukan meliputi alur kerja sistem, perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Selain dari itu pada tahap ini juga dirancang alur kerja sistem dengan menggunakan flowchart untuk menggambarkan dari pertama mulai sampai dengan selesai seperti pada gambar 1



Gambar 1. Flowchart cara kerja sistem

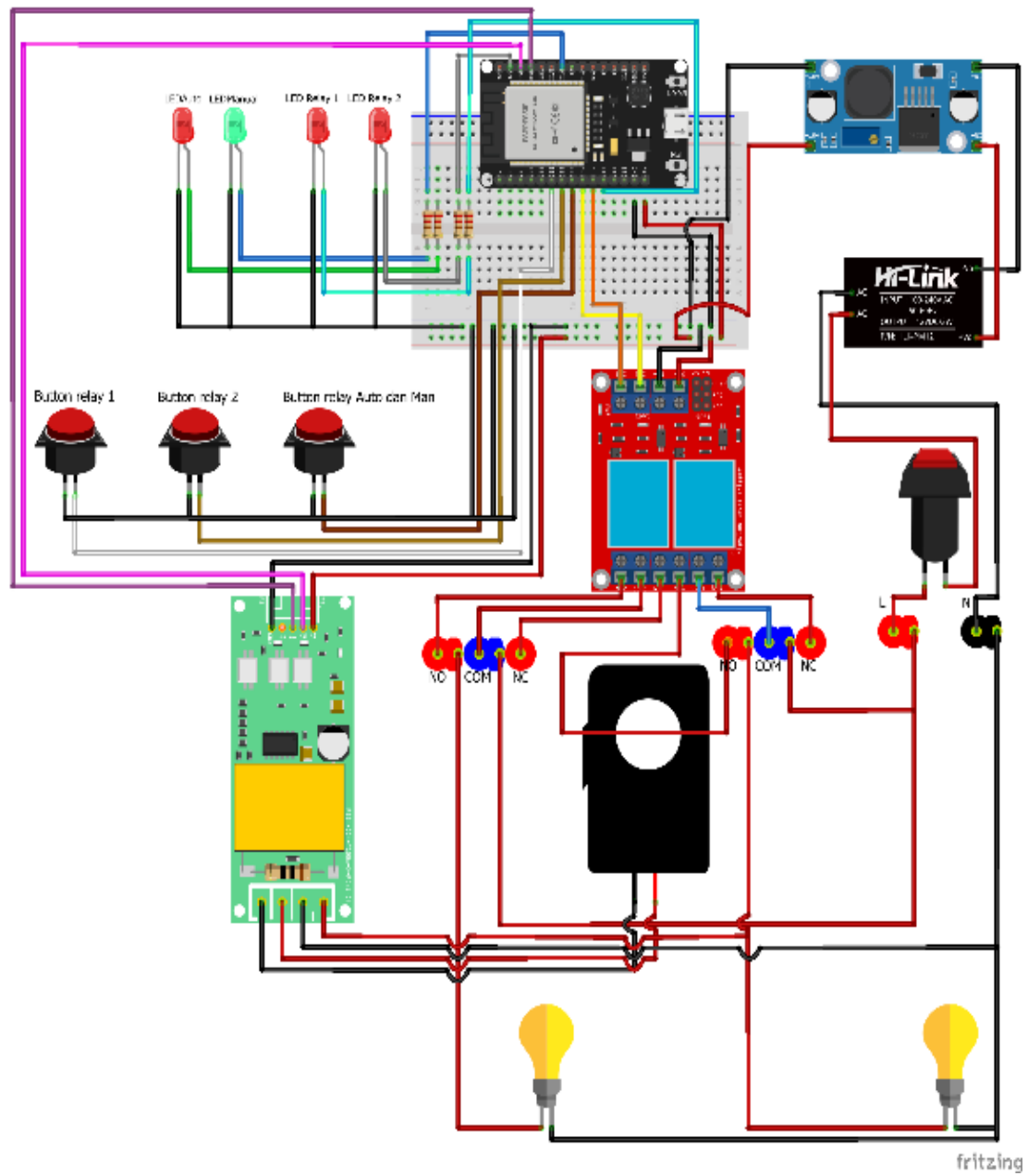
Pada tahap ini penulis melakukan perancangan sistem yang mengacu pada pembahasan yang telah penulis uraikan diatas dan akan diterapkan pada perancangan sistem trainer relay berbasis *Internet of Things* pada matakuliah Teknik Instalasi Listrik, perancangan yang dilakukan meliputi alur kerja sistem, perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Selain dari itu pada tahap ini juga dirancang alur kerja sistem dengan menggunakan flowchart untuk menggambarkan dari pertama mulai sampai dengan selesai seperti pada gambar 1.

Pada tahap ini penulis juga melakukan perancangan alur kerja sistem dengan menggunakan diagram blok sebagaimana bertujuan untuk menunjukkan gambaran visual tentang alur kerja sistem serta perangkat apa saja yang saling terhubung, diagram blok ini dirancang dari sistem pertama disupply daya sampai dengan komunikasi sensor dengan mikrokontroller ESP32 serta pengiriman data untuk monitoring dan eksekusi relay melalui online maupun offline dapat dilihat pada gambar 2.



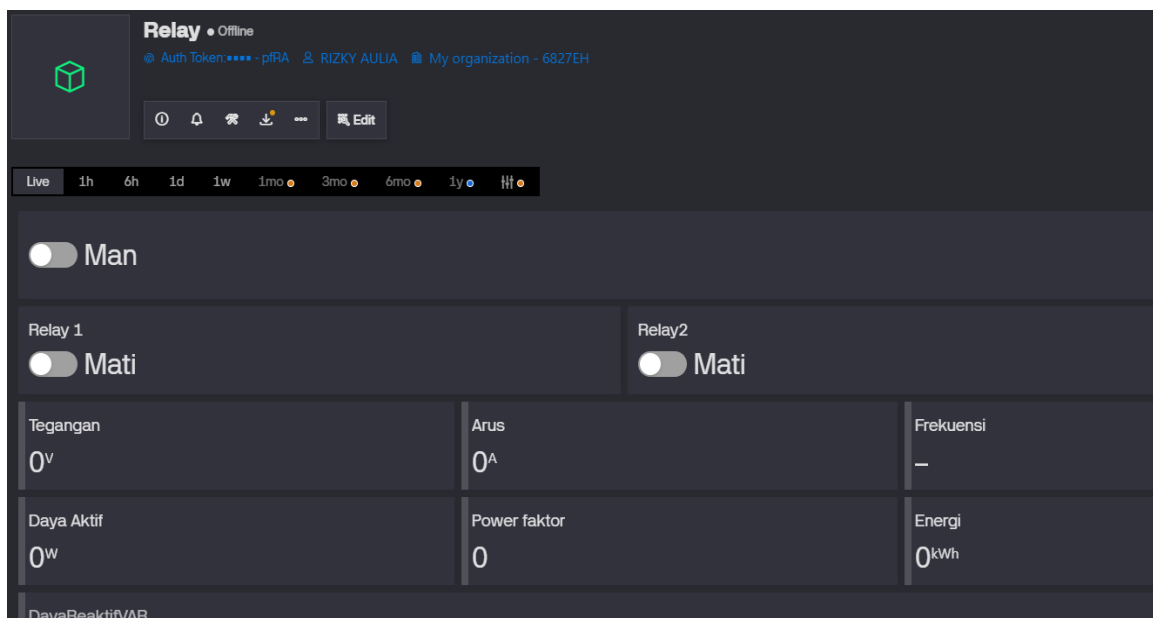
Gambar 2. Diagram blok alur kerja sistem

Pada tahap perancangan hardware dilakukan *schematic wiring* yang mengacu untuk pondasi *Hardware* yang akan dirancang, dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Schematic wiring hardware

Pada tahap perancangan ini yaitu meliputi tahap perancangan perangkat lunak(*Software*), penulis menggunakan aplikasi atau *Dashboard Blynk* berbasis website yang tersedia secara gratis dan dapat diauthentikasi langsung menggunakan token, blynk juga mudah untuk konfigurasi dengan banyak tersedia template yang dapat dipilih sesuai kebutuhan yang ingin digunakan, Blynk bekerja dengan cloud yang mengacu pada satu server *Blynk* sehingga data dari sensor dan relay dapat dikirim melalui internet melalui mikrokontroler ESP32 yang sudah dikonfigurasi sehingga dapat dimonitoring melalui *dashboard Blynk*. Seperti yang terlihat pada gambar 4.



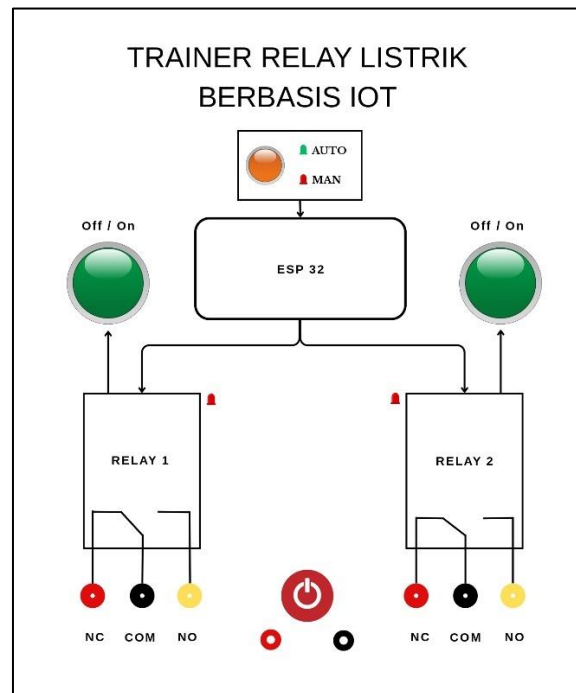
Gambar 4. *Dashboard Blynk*

Selain merancang perangkat keras dan perangkat lunak penulis juga merancang buku panduan Trainer Relay Listrik berbasis *Internet of Things*, buku panduan dirancang guna untuk memberikan pedoman dalam pengoperasian trainer, isi buku panduan meliputi yaitu penjelasan alat, komponen yang digunakan, cara kerja alat, cara menggunakan alat, cara mengkoneksikan wifi, cara hubungkan beban, keterangan alat, perawatan alat dan kendala dan solusi. Buku panduan dicetak dengan *bookfold*, cover buku panduan dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Cover buku panduan

Gambar depan tampilan desain trainer pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Trainer relay listrik tampilan depan

Komponen yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Alat dan Bahan

NO	Alat/ Bahan	Jumlah
1	ESP32	1
2	Relay 5V 2 Channel	1
3	LED	4
4	Kabel Jumper	26
5	Resistor	4
6	Banana socket	8

NO	Alat / Bahan	Jumlah
7	Power Supply 12V	1
8	Step Down	1
9	Push Button	3
10	Kabel NYMHY	12
11	Akrilik 5mm	1
12	Box Project	1
13	White Board	1
14	Saklar 3 Kaki	1
15	Pzem	1
16	Current Transformer	1

1. *Develop* (Pengembangan)

Pada tahap ini dilakukan perakitan seluruh komponen perangkat keras sesuai dengan desain yang telah dirancang, disertai dengan pemrograman mikrokontroler sebagai sistem kendali utama dan pengembangan sistem IoT. Pada tahap ini juga dilakukan validasi guna untuk menilai kelayakan dari trainer yang telah dirancang. sehingga diperoleh hasil pengembangan trainer relay listrik berbasis IoT yang dapat digunakan sesuai dengan fungsi yang telah dirancang serta dapat dinilai tingkat kelayakannya berdasarkan hasil validasi ahli media dan ahli materi.

2. *Disseminate* (Penyebaran)

Untuk tahap *Disseminate* ini tidak dilaksanakan pada penelitian ini. Disebabkan penelitian dibatasi hingga tahap *Develop* (Pengembangan) karena tujuan penelitian hanya sampai pada proses pengembangan, validasi, dan uji coba terbatas terhadap

trainer relay listrik berbasis IoT. Oleh karena itu, penyebaran produk secara luas kepada pengguna atau institusi lain tidak menjadi bagian dari penelitian ini melainkan akan dilakukan pada penelitian selanjutnya.

Untuk menghitung persentase kelayakan dari validator ahli, maka digunakan persamaan sebagai berikut (Megantoro et al., 2021).

$$\text{Persentase} = \frac{\text{jumlah nilai keseluruhan}}{\text{jumlah nilai maksimum}} \times 100\% \quad (1)$$

Pada tahap validasi trainer ini, validator yang digunakan yaitu 4 orang. Dari 4 orang validator tersebut terdiri dari 2 orang validator ahli media dan 2 orang validator ahli materi. Pada penelitian ini instrumen pengambilan data yang di ambil berupa lembar validasi yang disusun berdasarkan indikator penilaian media pembelajaran dan materi. Lembar validasi tersebut digunakan untuk memperoleh data mengenai tingkat kelayakan trainer relay listrik berbasis *Internet of Things* (IoT). Proses validasi melibatkan empat orang validator yang terdiri atas dua orang ahli media dan dua orang ahli materi. Penilaian dilakukan menggunakan skala Likert lima tingkat, yaitu skor 1 (Sangat Tidak Layak), 2 (Kurang Layak), 3 (Cukup Layak), 4 (Layak), dan 5 (Sangat Layak). Angket validasi ahli media digunakan untuk menilai aspek desain fisik, tata letak komponen, fungsi operasional, keamanan penggunaan, kemudahan pengoperasian, serta manfaat trainer sebagai media pembelajaran. Sementara itu, angket validasi ahli materi digunakan untuk menilai kesesuaian trainer dengan capaian pembelajaran, keakuratan konsep kelistrikan, kesesuaian materi praktikum, serta manfaat trainer dalam mendukung proses pembelajaran pada mata kuliah Teknik Instalasi Listrik. Data yang diperoleh dari hasil penilaian para validator selanjutnya dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif kuantitatif dengan menghitung persentase tingkat kelayakan trainer. Hasil analisis tersebut digunakan sebagai dasar untuk menentukan tingkat kelayakan trainer relay listrik berbasis IoT sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Teknik Instalasi Listrik.

Rincian kategori tingkat kelayakan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 3.

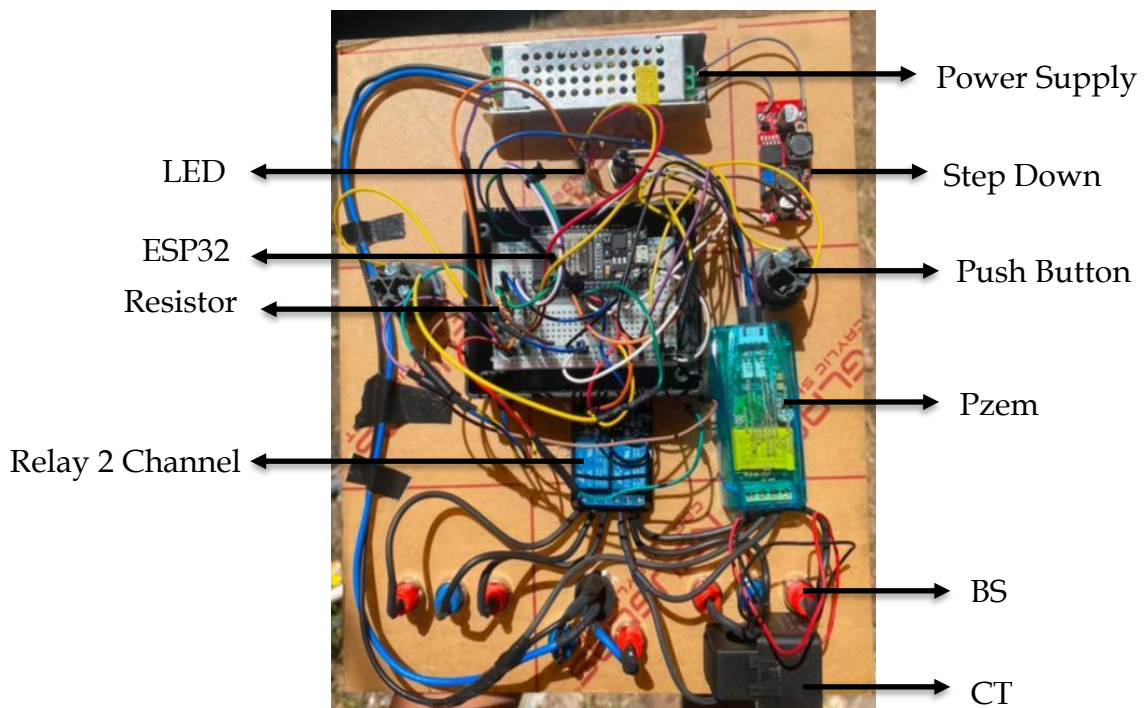
Tabel 3. Kategori Tingkat Kelayakan Berdasarkan Hasil Validasi

Kategori	Persentase
Sangat Layak	80 -100
Layak	61 -80
Cukup Layak	41 -60
Kurang Layak	21 -40
Tidak Layak	0 -20

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Perancangan Trainer Relay Listrik Berbasis IoT

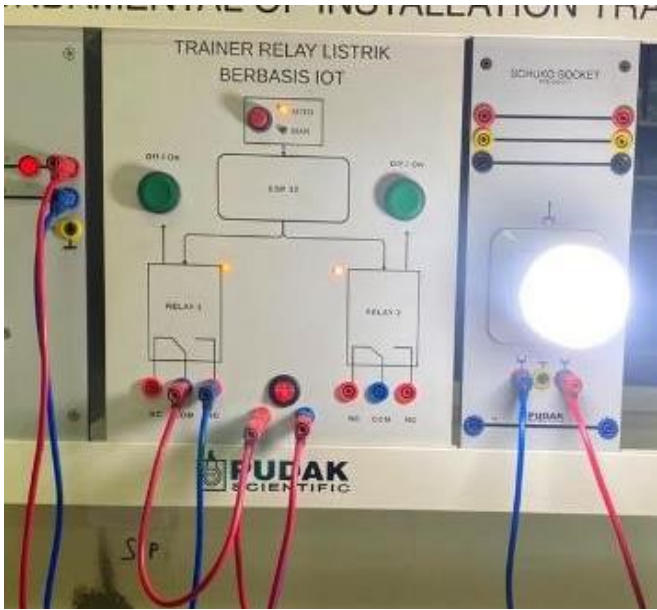
Pada perancangan trainer ini, komponen yang paling utama yaitu mikrokontroller ESP32 yang berfungsi sebagai pusat sistem kendali dari seluruh komponen. Relay 2 channel akan menjadi output dari mikrokontroller ESP32 yang mana bertugas menghubungkan atau memutuskan arus listrik yang mana dikontrol melalui aplikasi blynk yang terhubung dengan internet. Jalur pengawatan pada trainer dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Jalur Pengawatan Pada Trainer

Setelah semua kabel terhubung, trainer yang telah dirancang dipasangkan pada trainer Puduk guna untuk mempermudah proses pengujian menggunakan beban lampu. Tampak depan dari trainer relay listrik berbasis

IoT dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Perancangan Trainer Keseluruhan

2. Hasil Kelayakan Trainer

Kelayakan dari trainer yang telah dirancang didapatkan dari hasil validasi 4 orang validator ahli yaitu 2 orang validator ahli media dan 2 orang validator ahli materi. Keempat validator tersebut merupakan dosen dari prodi pendidikan teknik elektro. Hasil dari validasi ahli media dapat dilihat pada tabel 1 (Febriyanti et al., 2024).

Tabel 1. Hasil Validasi Ahli Media

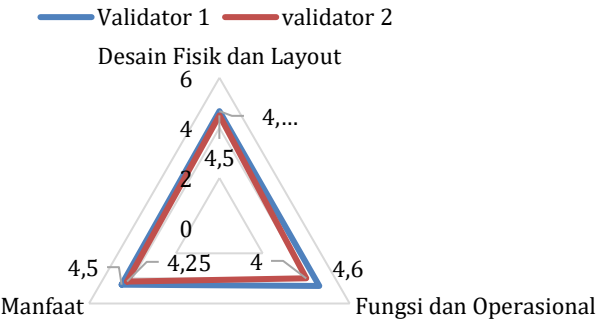
No	Indikator	Butir Pernyataan	Nilai	
			V1	V2
1	Desain Fisik dan Layout	Tata letak komponen tersusun rapi dan mudah dipahami	5	4
2		Kualitas kerapian fisik trainer	5	5
3		Keamanan penggunaan komponen listrik	4	4
4		Penataan kabel aman dan tidak berantakan.	5	5
5		Penggunaan simbol mudah dipahami	4	5
6		Kualitas material dan konstruksi trainer	5	4

No	Indikator	Butir Pernyataan	Nilai	
			V1	V2
7	Fungsi dan Operasional	Trainer relay listrik berbasis IoT berfungsi dengan baik	5	4
8		Penerapan aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) pada trainer	4	4
9		komponen IoT pada trainer tersusun dengan jelas dan benar	5	4
10		Trainer mampu menghubungkan sistem relay dengan platform IoT secara baik	5	4
11		Trainer dapat digunakan dengan mudah dalam proses praktikum	4	4
12		Trainer membantu peningkatan pemahaman konsep relay listrik berbasis IoT	5	4
13		Manfaat	Trainer dapat meningkatkan keterampilan praktik dalam bidang instalasi listrik	4
14	Trainer dapat meningkatkan motivasi dalam mengikuti pembelajaran praktik		5	4
15	Trainer mendukung proses pembelajaran pada mata kuliah Teknik Instalasi Listrik.		4	5
Jumlah			69	64
Persentase			92%	85,33%
Persentase Keseluruhan			88,67%	

Berdasarkan tabel 1, dari kedua validator media memperoleh persentase kelayakan rata-rata 88,67% dengan kategori “Sangat Layak”. Dari validator 1 mendapatkan persentase sebesar 92%, sedangkan dari validator 2 mendapatkan persentase sebesar 85,33%. Nilai persentase ini didapatkan menggunakan persamaan 1, dengan nilai maksimum yaitu 75.

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai hasil rata-rata penilaian dari dua validator ahli media pada setiap indikator yang dinilai, data tersebut disajikan dalam bentuk grafik radar. Penyajian grafik ini

bertujuan untuk memudahkan pembaca dalam membandingkan nilai rata-rata pada masing-masing indikator secara visual. Grafik radar hasil penilaian ahli media ditampilkan pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik Radar Hasil Penilaian Ahli Media

Dari gambar 6, menunjukkan indikator desain fisik dan layout mendapatkan rata-rata jawaban dari validator 1 dengan nilai 4 dan validator 2 dengan nilai 4,5. Pada indikator fungsi dan operasional dari validator 1 mendapat nilai rata-rata 4,6 dan validator 2 yaitu 4. Sementara itu pada indikator manfaat, validator 1 mendapat nilai rata-rata 4,5 dan validator 2 adalah 4,25. Adapun hasil validasi ahli materi dapat dilihat pada Tabel 2 (Andiran et al., 2024).

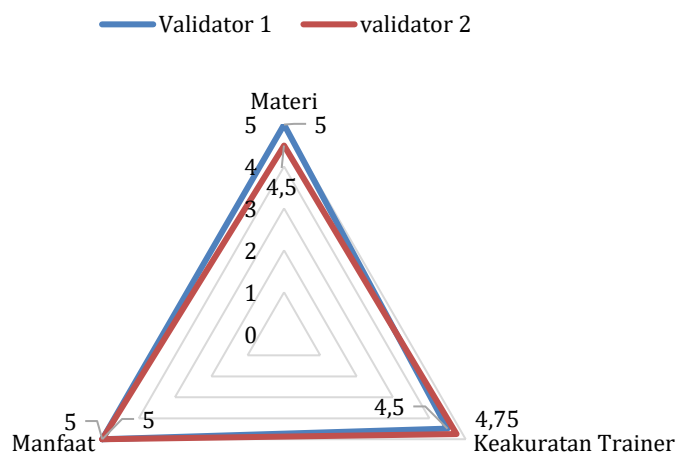
Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Materi

No	Indikator	Butir Pernyataan	Nilai	
			V1	V2
1	Materi	Desain trainer sudah sesuai untuk diterapkan dalam mata kuliah teknik instalasi listrik	5	4
2		Desain trainer sesuai dengan konsep dan tujuan dari pembelajaran teknik instalasi listrik, khususnya instalasi rumah.	5	5
3		Kesesuaian materi pada trainer dengan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL) dan CPMK Teknik Instalasi Listrik.	5	4
4		Ketepatan materi praktikum untuk tingkat mahasiswa.	5	5

No	Indikator	Butir Pernyataan	Nilai	
			V1	V2
5	Keakuratan trainer	Kebenaran konsep teori instalasi listrik yang diterapkan pada sistem komponen trainer.	4	5
6		Penjelasan trainer pada buku petunjuk sudah tepat.	4	5
7		Penjelasan koneksi hubungan instalasi listrik disajikan secara benar dan jelas.	5	4
8		Istilah dan simbol kelistrikan yang digunakan sesuai standar.	5	5
9	Manfaat	Trainer Relay Listrik Berbasis Iot dapat mempermudah penyampaian materi pada mata kuliah teknik instalasi listrik	5	5
10		Trainer Relay Listrik Berbasis Iot dapat menjadi alat bantu dalam proses pembelajaran teknik instalasi listrik	5	5
Jumlah			48	47
Persentase			96%	94%
Persentase Keseluruhan			95%	

Berdasarkan tabel 2 dari kedua validator materi memperoleh persentase kelayakan rata-rata 95% dengan kategori “Sangat Layak”. Dari validator 1 mendapatkan persentase sebesar 96%, sedangkan dari validator 2 mendapatkan persentase sebesar 94%. Nilai persentase ini didapatkan menggunakan persamaan 1, dengan nilai maksimum yaitu 50.

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai hasil rata-rata penilaian dari dua validator ahli materi pada setiap indikator yang dinilai, data tersebut disajikan dalam bentuk grafik radar. Penyajian grafik ini bertujuan untuk memudahkan pembaca dalam membandingkan nilai rata-rata pada masing-masing indikator secara visual. Grafik radar hasil penilaian ahli media ditampilkan pada gambar 7.



Gambar 7. Grafik hasil rata-rata validasi ahli materi

Berdasarkan grafik pada gambar 7, menunjukkan indikator materi mendapatkan rata-rata jawaban dari validator 1 dengan nilai 5 dan validator 2 dengan nilai 4,5. Pada indikator keakuratan trainer dari validator 1 dengan nilai 4,75 dan validator 2 dengan nilai 4,5. Sementara itu pada indikator manfaat, validator 1 dan validator 2 mendapat nilai rata-rata 5. Dalam sistem trainer relay listrik berbasis IoT, PZEM-004T berperan sebagai modul untuk mengukur dan memonitor parameter kelistrikan berupa tegangan, arus, dan daya aktif pada beban, sedangkan Current Transformer (CT) berperan dalam mendeteksi arus yang mengalir pada beban sebagai bagian dari proses pengukuran arus. Data hasil pengukuran tersebut kemudian digunakan untuk mengetahui kondisi kelistrikan beban pada trainer. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 3.

Table 3. Data komunikasi relay dan data monitoring PZEM-004T

Hasil Pemantauan PZEM-004T					
No	Delay Relay	Tegangan (VAC)	Arus (A)	Daya Beban Aktif (W)	Beban Lampu
1.	0.43	223	0,2	40	Pijar
2.	0.58	223	0,2	40	Pijar
3.	0.49	223	0,2	40	Pijar

Hasil Pemantauan PZEM-004T					
No	Delay Relay	Tegangan (VAC)	Arus (A)	Daya Beban Aktif (W)	Beban Lampu
4.	0.39	223	0,2	40	Pijar
5.	0.50	223	0,2	40	Pijar
6.	0.48	223	0,2	40	Pijar
7.	0.41	223	0,2	40	Pijar
8.	0.44	223	0,2	40	Pijar
9.	0.50	223	0,2	40	Pijar
10.	0.47	223	0,2	40	Pijar

Pada tabel diatas merupakan data yang dihasilkan dari proses eksekusi delay relay dan hasil monitoring dengan menggunakan sensor PZEM-004T dengan data pembacaan diambil dari 3 parameter yaitu tegangan, arus dan daya beban aktif, dengan menggunakan beban yang sama yaitu lampu pijar 40 Watt.

Table 4. Alat dan bahan serta tujuan untuk K3

NO	Alat dan Bahan	Tujuan
1.	Selongsong bakar	Mengisolasikan kabel yang disambung.
2.	Banana socket	Mempermudahkan penyambungan kabel beban atau penyuplai sistem.

Dalam perancangan trainer relay ini telah digunakan prinsip Keselamatan dan Kesehatan Kerja(K3) yang berfungsi untuk mencegah *short circuit* maka pada setiap sambungan kabel digunakan isolator selongsong bakar atau *heatsrink* berfungsi untuk menutup bagian konduktor yang terbuka, bananasocket digunakan karena dapat memberikan isolasi yang baik sehingga tidak mudah lepas serta memudahkan untuk menyambung dan memutuskan kabel.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa trainer relay listrik berbasis *Internet of Things* (IoT) berhasil dirancang dan dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendali sistem. Trainer ini memanfaatkan relay 2 channel yang

dapat dikendalikan melalui aplikasi Blynk menggunakan jaringan internet sehingga memungkinkan proses pengendalian beban listrik dilakukan secara jarak jauh. Integrasi perangkat keras dan perangkat lunak tersebut menjadikan trainer mampu mensimulasikan sistem kendali listrik modern yang banyak diterapkan pada industri maupun sistem smart home. Hal ini menunjukkan bahwa trainer yang dikembangkan telah memenuhi tujuan penelitian sebagai media pembelajaran berbasis teknologi IoT.

Berdasarkan hasil validasi ahli media diperoleh persentase kelayakan sebesar 88,67% dengan kategori "Sangat Layak". Nilai tersebut menunjukkan bahwa aspek desain fisik, tata letak komponen, keamanan penggunaan, fungsi operasional, serta manfaat trainer telah memenuhi standar media pembelajaran yang baik. Tata letak komponen yang tersusun rapi dan penggunaan simbol kelistrikan yang jelas memudahkan mahasiswa memahami rangkaian listrik selama praktikum. Selain itu, penerapan aspek keselamatan dan kesehatan kerja (K3) juga menjadi nilai tambah sehingga trainer aman digunakan dalam kegiatan pembelajaran praktik.

Hasil validasi ahli materi memperoleh persentase sebesar 95% dengan kategori "Sangat Layak". Persentase tersebut menunjukkan bahwa materi yang diterapkan pada trainer telah sesuai dengan capaian pembelajaran lulusan (CPL), capaian pembelajaran mata kuliah (CPMK), serta kompetensi yang harus dimiliki mahasiswa pada mata kuliah Teknik Instalasi Listrik. Selain itu, konsep instalasi listrik yang diterapkan pada trainer dinilai akurat, penggunaan istilah dan simbol telah sesuai standar, serta buku petunjuk penggunaan mampu memberikan informasi yang jelas kepada pengguna. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa trainer tidak hanya layak dari sisi media, tetapi juga telah memenuhi aspek substansi materi pembelajaran.

Dari hasil validasi ahli media dan ahli materi mendapatkan skor kelayakan dari trainer yang telah dirancang yaitu 91,8% dengan kategori "Sangat Layak". Dapat disimpulkan bahwa hasil desain trainer relay listrik berbasis IoT ini sangat layak dari segi media dan materi untuk digunakan sebagai bahan penunjang proses pembelajaran mahasiswa, khususnya dalam materi instalasi

listrik. Nilai tersebut menunjukkan bahwa trainer relay listrik berbasis IoT memiliki kualitas yang sangat baik untuk digunakan sebagai media pembelajaran praktik. Penggunaan teknologi IoT memungkinkan mahasiswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih interaktif karena tidak hanya mempelajari konsep relay secara konvensional, tetapi juga memahami implementasi sistem kendali berbasis internet yang saat ini banyak diterapkan pada era Industri 4.0. Dengan demikian, trainer ini dapat meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan praktik, serta kesiapan mahasiswa dalam menghadapi perkembangan teknologi otomasi dan sistem kendali modern.

Hasil pengujian komunikasi relay dan monitoring PZEM-004T menunjukkan bahwa trainer mampu menjalankan fungsi pengendalian dan pemantauan secara bersamaan. Berdasarkan 10 kali pengujian, delay relay berada pada rentang 0,39–0,58, sedangkan hasil monitoring PZEM-004T menunjukkan nilai yang stabil, yaitu tegangan sebesar 223 VAC, arus 0,2 A, dan daya beban aktif 40 W menggunakan lampu pijar 40 Watt. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses eksekusi relay dapat dilakukan dengan baik dan sistem monitoring mampu memberikan data kondisi listrik pada beban secara konsisten. Dengan adanya komunikasi antara ESP32, relay, dan PZEM-004T, trainer tidak hanya dapat digunakan untuk mengendalikan beban melalui Blynk, tetapi juga dapat memberikan informasi mengenai kondisi kelistrikan beban secara real-time. Hal ini memperkuat fungsi trainer sebagai media pembelajaran yang mengintegrasikan konsep pengendalian relay dan monitoring parameter listrik berbasis IoT.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, trainer relay listrik berbasis Internet of Things (IoT) berhasil dirancang sesuai dengan rancangan awal. Hasil pengujian komunikasi relay dan monitoring PZEM-004T menunjukkan bahwa trainer mampu melakukan eksekusi relay dengan delay sebesar 0,39–0,58 serta memonitor kondisi beban dengan pembacaan tegangan sebesar 223 VAC, arus 0,2 A, dan daya aktif 40 W menggunakan beban lampu pijar 40 Watt. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem pengendalian relay dan monitoring parameter listrik

dapat berjalan sesuai dengan fungsi yang dirancang. Trainer yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai sistem kendali utama dan aplikasi Blynk sebagai media pengontrol berbasis internet sehingga mampu mensimulasikan sistem kendali relay secara modern. Berdasarkan hasil validasi oleh dua ahli media dan dua ahli materi, trainer memperoleh nilai kelayakan rata-rata sebesar 91,8% dengan kategori "Sangat Layak". Hasil tersebut menunjukkan bahwa trainer telah memenuhi aspek desain media, fungsi operasional, keamanan penggunaan, kesesuaian materi, serta manfaat dalam proses pembelajaran. Oleh karena itu, trainer relay listrik berbasis IoT layak digunakan sebagai media pembelajaran pada mata kuliah Teknik Instalasi Listrik. Walau demikian kedepannya diharapkan pada peneliti selanjutnya dapat mengimplementasikan trainer relay listrik berbasis IoT dalam proses pembelajaran yang melibatkan mahasiswa sebagai pengguna sehingga keefektifitasannya dalam pembelajaran dapat diketahui.

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa Ayu Nur Fadhillah et al. (2024). Pembuatan Media Pembelajaran Trainer Mikrokontroller Arduino Uno Berbasis IOT. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro, Volume 13 Nomor 01*.
- Andrian, R. D. (2024). *Pengembangan Modul Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik Berbasis Simurelay pada Kelas XI SMK Program Keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL)*. Universitas Negeri Malang.
- Budiastuti, P., Damarwan, E. S., Triatmaja, A. K., & Damarsuri, R. (2022). Pengembangan Trainer Kit Printed Circuit Board (PCB) Solder Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Kuliah Praktik Rangkaian Listrik. *JEE: Jurnal Edukasi Elektro, 06(02)*, 85–95.
- Dewy, M. S., Isnaini, M., Simamora, Y., Silitinga, A. I., Astrid, E., & Medan, U. N. (2023). Implementasi Model 4d Dalam Pengembangan Buku Digital Mata Kuliah Elektronika Dasar. *Jurnal Tik Dalam Pendidikan, 10(2)*.
- Febriyan, R., Fatkhurrokhman, M., & Irwanto, I. (2025). Trainer Pembangkit Listrik Tenaga Surya Berbasis Iot Pada Mata Pelajaran Instalasi Penerangan Listrik Di Sekolah Menengah Kejuruan. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan, 13(2)*.
- Febiyanti, N., Sumbawati, M. S., Rusimanto, P. W., & Harimurti, R. (2024). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis I-Spring pada Materi Komponen

- Aktif dan Komponen Pasif Kelas X di SMK Negeri 3 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 13(02), 109–117.
- Ma'ruf Nashrulloh, A., Achmad, F., Rijanto, T., & Fransisca, Y. (2025). Pengembangan Trainer Kit Kendali Smart Relay Berbantu Software Zeliosoft Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Pada Mata Pelajaran Teknik Instalasi Tenaga Listrik Di Smk Negeri 2 Surabaya.
- Megantoro, P., & Sukarmin. (2021). *Pengembangan Multimedia Interaktif RMR sebagai Pendeteksi dan Pereduksi Miskonsepsi pada Materi Redoks dengan Strategi Conceptual Change Text*. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 14(1), 19–28. DOI: 10.24114/jtp.v14i1.22240.
- Pangestu, A. A., Ismayati, E., Joko, & Rijanto, T. (2023). Pengembangan Trainer Instalasi Penerangan Listrik 3 Fasa Berbasis Internet of Things (IoT) untuk Siswa SMK Kelas XI TITL Di SMK Negeri 3 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 12(1), 69–77.
- Pratama, W. A., Fatkhurrokhman, M., & Irwanto. (2025). Trainer Smart Building Sebagai Media Pembelajaran Teknik Instalasi Tenaga Listrik. *JPTE: Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 06(01), 107–114.
- Putra, I. B. P. P., Adiarta, A., Surya, I. G. M., & Pracasitaram, B. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Relay Zelio Pada Mata Kuliah Kontrol Logika Terprogram. *JPTE: Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 14(1), 28–41.
- Saputra, L. H., & Ta'ali. (2023). Pengembangan Trainer Smart Building Pada Mata Pelajaran Instalasi Penerangan Listrik. *JPTE: Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 04(02), 487–496.
- Tampubolon, R. N., Purba, S., Syahputra, F., & Br, M. V. (2024). Pengaruh Media Trainer terhadap Hasil Belajar Praktek Instalasi Listrik Komersil Mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 2(4), 391–395.
- Tjandi, Y. (2022). Prototype Alat Kendali Listrik Berbasis Relay Arduino. *INTEC Journal: Information Techonology Education Journal*, 1(2), 37–41.
- Yuliarsih, A., Ruslan, & Rahman, E. S. (2022). Pengembangan Trainer Instalasi Listrik 1 Pada Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Tektik Universitas Negeri Makassar. *Jurnal Media Elektrik*, 19(3), 175–185.