

Pengembangan Alat Peraga Monitoring Instalasi Rumah Tinggal Berbasis Internet of Things Melalui Pendekatan Kontekstual Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa

Elisa Kurniawati^{1*}, Ali Nur Fathoni¹, Muhamad Syariffuddien Zuhrie¹, Fendi Achmad¹

¹Program Studi Pendidikan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya. Jl. Ketintang No. 9 A Kec. Gayungan, Surabaya, Jawa Timur 60231, Indonesia

*Corresponding Author: elisakurniawati.22025@mhs.unesa.ac.id

Article History

Received : June 06th, 2026

Revised : June 27th, 2026

Accepted : July 20th, 2026

Abstract: Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat peraga monitoring instalasi rumah tinggal berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan pendekatan *Contextual Teaching and Learning* (CTL) guna meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Pengembangan ini dimaksudkan untuk menyediakan media praktik yang kontekstual dan adaptif terhadap perkembangan teknologi digital. Metode penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan model ADDIE yang mencakup fase analisis, desain, pengembangan, implementasi dan evaluasi. Data dikumpulkan dari sampel 28 mahasiswa mata kuliah praktikum instalasi listrik melalui lembar validasi, kuisioner tanggapan mahasiswa, penilaian pretest-posttest, dan lembar observasi serta tes hasil belajar yang diuji menggunakan statistik *paired sample t-test*. Hasil validasi menunjukkan bahwa skor rata-rata validasi media dan materi dari penilaian para ahli menunjukkan presentase 97.25% yang termasuk dalam kategori sangat valid. Dari aspek kepraktisan memperoleh presentase skor 86% yang menunjukkan bahwa media pembelajaran tersebut sangat praktis untuk diimplementasikan di kelas. Penerapan alat peraga ini terbukti efektif meningkatkan hasil belajar mahasiswa terlihat dari peningkatan nilai rata-rata mahasiswa, dari penilaian ranah psikomotorik sebesar 78, ranah afektif menunjukkan nilai rata-rata sebesar 81.18, dan ranah kognitif melalui pencapaian nilai N-Gain sebesar 0,67 yang berada pada kategori sedang. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran berbasis IoT yang dikembangkan sangat layak, praktis dan efektif dalam meningkatkan kompetensi mahasiswa. Meskipun penelitian ini masih bersifat eksploratif dengan keterbatasan skala uji coba, replikasi lebih lanjut disarankan untuk memvalidasi efektivitasnya secara lebih luas.

Keywords: Internet of Things, Kontekstual, Media pembelajaran, Monitoring Instalasi Listrik.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah memberikan dampak besar terhadap berbagai aspek kehidupan, termasuk pada proses pembelajaran di bidang pendidikan teknik elektro (Athallah et al., 2025). Pendidikan teknik elektro, khususnya pada pembelajaran instalasi listrik, memiliki peran penting dalam menyiapkan kompetensi mahasiswa agar mampu melakukan pemasangan instalasi listrik rumah tinggal, termasuk pada sistem keamanannya (Wiryanatha et al., 2023). Kualitas praktikum sebagai bagian pembelajaran aplikatif sangat menentukan penguasaan konsep dan keterampilan mahasiswa dalam menghadapi tantangan industri dan pengamanan instalasi listrik (Suda et al., 2020). Saat ini, hampir semua kegiatan baik

dalam pembelajaran maupun dalam kehidupan sehari-hari melibatkan penggunaan layanan terkait internet. Dalam beberapa waktu terakhir, integrasi Internet of Things (IoT) dalam dunia pendidikan telah berkembang pesat dan membawa perubahan signifikan (Terzieva et al., 2022). Pada sektor pendidikan bidang ketenagalistrikan, IoT memungkinkan digunakan sebagai pemantuan parameter listrik secara real-time untuk memastikan efisiensi penggunaan bahkan pencegahan potensi gangguan pada instalasi listrik rumah tinggal (Dani Usman et al., 2025).

Belajar tentang instalasi listrik rumah tinggal membutuhkan lebih dari sekedar pemahaman teoritis (Silaban & Zefanya, 2025). Hal ini membutuhkan pendekatan kontekstual dan penggunaan media pembelajaran yang tepat yang

menjembatani kesenjangan antara pengetahuan di kelas dan penerapan di dunia nyata (Maftuh, 2023). Munculnya teknologi Internet of Things (IoT) membuka peluang besar untuk menciptakan media pembelajaran yang lebih interaktif, bermakna secara kontekstual dan selaras dengan tuntutan industry 4.0. Contextual Teaching Learning (CTL) memungkinkan mahasiswa untuk memperkuat, memperluas, dan menerapkan pengetahuan dan keterampilan mereka dalam implementasi di kehidupan sesungguhnya. Pembelajaran kontekstual terjadi ketika mahasiswa menerapkan dan mengalami apa yang diajarkan merujuk pada masalah nyata sebagaimana mereka mengatasi dan bertanggung jawab atas tindakan yang terjadi (B Johnson, 2002). Dalam beberapa studi, ditemukan bahwa penggunaan IoT dengan integrasi pendekatan kontekstual tidak hanya meningkatkan keterlibatan mahasiswa, tetapi juga mempengaruhi peningkatan hasil belajar. Karena, mahasiswa mengalami proses penerapan secara langsung penggunaan IoT yang diimplementasikan pada kehidupan sehari-hari. Hal ini, menciptakan pembelajaran yang aktif dan menumbuhkan rasa penasaran serta keterampilan mahasiswa (Machmud et al., 2025).

Meskipun demikian, peran perguruan tinggi turut diperlukan guna peran sebagai lembaga pendidikan yang mengembangkan kualitas sumber daya alam dan fasilitator inovasi yang dibutuhkan untuk berkembang di era Revolusi Industri 4.0. Pengembangan kurikulum berfungsi sebagai instrumen kritis untuk meningkatkan kualitas pendidikan ketika dipandu oleh kebijakan yang baik, karena kurikulum dasarnya jantung pendidikan, yang menentukan keberlangsungan dan arah seluruh proses pembelajaran (Santoso, 2021). Menurut Muzakir (2023) kurikulum pendidikan berbasis hasil (OBE) adalah pendekatan pembelajaran yang berpusat pada apa yang diharapkan dapat dilakukan oleh mahasiswa dan apa yang harus mereka capai pada akhir pengalaman mereka belajar. Outcome-Based Education (OBE) merupakan model reformasi pendidikan yang berfokus pada hasil (apa yang dicapai) daripada masukan (apa yang diajarkan). Akibatnya, penilaian dalam OBE bersifat kriteria-referensi berdasarkan sejauh mana setiap mahasiswa memenuhi hasil belajar yang telah ditetapkan. Ketika hasil belajar belum tercapai, mahasiswa perlu memerlukan dukungan dari dosen. Salah satunya adalah penyediaan media pembelajaran

yang sesuai. Hal ini menempatkan tanggung jawab yang jelas pada pendidik untuk mengembangkan media yang benar-benar memfasilitasi perjalanan belajar (Shoffa et al., 2021).

Penggunaan teknologi IoT dalam media praktikum merupakan salah satu pendekatan inovatif yang memperkaya pengalaman belajar secara langsung sekaligus memungkinkan pemantauan jarak jauh dan pengamatan secara real-time (Kusuma, 2023). Sesuai dengan tujuan penelitian ini yaitu mengembangkan media pembelajaran berbasis internet of things melalui pendekatan kontekstual guna meningkatkan hasil belajar mahasiswa, dengan kriteria media yang digunakan valid, terkakreditasi layak, praktis dan efektif. Dengan begitulah akan terciptanya media pembelajaran yang dapat membantu dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa dengan memberikan pengalaman sesuai dengan keadaan nyata dan pengalaman pembelajaran yang digitalisasi.

Studi penelitian yang terkait telah mengembangkan media pembelajaran yang mengarahkan pada keamanan sistem, namun belum terintegrasi dengan Internet of Things maupun pendekatan kontekstual (Wiryanatha et al., 2023)(Riko Setiawan, Yanu Shalahudin, 2025) (Hadziefendic et al., 2020) (Suda et al., 2020). Sedangkan, penelitian yang telah terintegrasi Internet of Things memiliki desain monitoring jarak jauh secara real-time namun terdapat kekurangan dimana desain alat peraga digunakan tidak secara khusus disesuaikan dengan konteks pembelajaran instalasi listrik yang melalui pendekatan kontekstual (Fathoni & Khotimah, 2023)(Zarkasyi, 2023)(Vardakis et al., 2024)(Athallah et al., 2025).

Kurniawan & Amirullah (2024) menawarkan monitoring gangguan beban lebih secara real-time melalui jarak jauh. Penelitian ini mengimplementasikan sistem proteksi beban lebih berbasis Internet of Things melalui monitoring menggunakan software BLYNK. Aplikasi BLYNK berfungsi sebagai monitor memutuskan beban dan mengendalikan pemakaian beban listrik pada rumah tinggal dari jarak jauh dengan koneksi internet. Sistem proteksi arus beban lebih menggunakan pembatas berupa satu relay utama dan empat relay bantu sebagai kendali berupa stop kontak. Pengujian yang dilakukan dengan menyeting nilai arus, apabila nilai melebihi 2A, maka relay akan memutuskan arus beban.

Juniar (2024) & Hidayati (2024) memberikan gambaran bagaimana impact pendekatan kontekstual terhadap peningkatan hasil belajar,. Juniar (2024) membuktikan hasil belajar siswa menggunakan pendekatan CTL mengalami peningkatan sebesar 67% masuk dalam kategori sedang. Sedangkan, Hidayat (2024) CTL terbukti dapat meningkatkan kompetensi siswa secara signifikan, baik dalam kemampuan akademik, keterampilan sosial, hingga kemampuan berpikir kritis. Dari hasil kedua penelitian tersebut memiliki kesamaan hasil penelitian bahwa pendekatan Contextual Teaching and Learning terbukti dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Tetapi, penelitian ini belum diterapkan pada pembelajaran praktikum instalasi listrik.

Beberapa penelitian terfokus pada identifikasi solusi sistem keamanan pada instalasi, padahal penggunaan pendekatan kontekstual terbukti efektif digunakan untuk meningkatkan hasil belajar. Kualitas media pembelajaran dan penerapan pendekatan yang digunakan menjadi masalah utama yang harus ditangani untuk memastikan terjadinya peningkatan hasil mahasiswa. Media pembelajaran yang ditawarkan tentunya sesuai dengan validasi bahwa media layak dan praktis digunakan pada proses pembelajaran serta efektif untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Melalui tantangan tersebut studi ini menawarkan solusi dengan pengembangan alat peraga monitoring instalasi listrik dengan mengintegrasikan Internet of Thing melalui pendekatan kontekstual guna meningkatkan hasil belajar mahasiswa.

Penelitian ini berencana menggunakan dan pengembangan (R&D) dengan model ADDIE (Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi dan Evaluasi) untuk mengembangkan media pembelajaran berupa alat peraga monitoring instalasi rumah tinggal berbasis Internet of Things melalui pendekatan kontekstual. Model ADDIE dipilih tidak hanya karena mendukung pengembangan produk media pembelajaran baru, tetapi juga karena memungkinkan pengujian kelayakan dan penilaian tanggapan pengguna, memastikan produk akhir memberikan kontribusi nyata bagi pendidikan (Utami, 2025). Dari sudut pengembangan model ADDIE sangat tepat, karena memungkinkan peneliti merancang, mengembangkan, dan menguji kelayakan serta kepraktisan produk secara sistematis sebelum penerapan yang lebih luas. Alat peraga monitoring instalasi rumah tinggal berbasis IoT yang dikembangkan peneliti berbeda dengan

karya-karya sebelumnya bukan sekedar sebagai sistem monitoring, melainkan sebagai media praktikum interaktif yang dirancang khusus untuk penggunaan pendidikan. Fitur-fitur pembedanya meliputi integrasi komponen double proteksi baik dari MCB ataupun RCBO, memiliki multi sensor yang dapat membaca arus, tegangan, daya digunakan, Jobsheet sebagai panduan praktikum, serta antarmuka tampilan data real-time, semua dikemas dalam kerangka pembelajaran kontekstual. Sehingga, mahasiswa dapat belajar sambil memahami penerapan langsung di lapangan.

METODE

Penelitian ini mengadopsi model pengembangan R&D dengan model ADDIE, mengikuti tahap-tahap yang dikembangkan oleh Branch sebagaimana dikutip dalam Hidayat & Nizar (2021). Desain eksperimen yang digunakan untuk menguji produk adalah *one-group pretest-posttest design*. Penelitian ini dilaksanakan pada semester gasal tahun ajaran 2025/2026. Tempat pelaksanaan penelitian berlokasi di Laboratorium Instalasi Listrik. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh mahasiswa yang memprogram mata kuliah praktikum instalasi listrik. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *convenience sampling*, sehingga diperoleh sebanyak 28 mahasiswa yang sedang menempuh mata kuliah praktikum instalasi listrik di Universitas Negeri Surabaya.

Prosedur penelitian ini mengikuti lima fase sistematis ADDIE diantaranya Analisis, Desain, Pengembangan, Implementasi, dan Evaluasi. Prosedur ini dimulai dengan fase analisis untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran. Dilanjutkan dengan fase desain, yang melibatkan perencanaan desain media, intruksional dan penentuan metode yang akan diterapkan. Pada fase pengembangan, materi dan strategi yang diperlukan dikembangkan dan divertifikasi. Selanjutnya, fase implementasi melibatkan ujicoba pembelajaran menggunakan alat peraga kepada mahasiswa. Terakhir proses evaluasi menilai kualitas dari alat peraga yang dikembangkan dan keseluruhan proses pembelajaran.

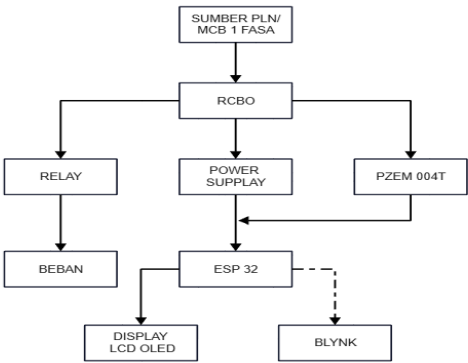
Penelitian ini menggunakan desain one-group pretest-posttest. Pengambilan sampel menggunakan teknik *convenience sampling*, yang terdiri dari 28 mahasiswa. Penggunaan sampel ini didasarkan pada akseibilitas terhadap kelas yang

sedang menempuh mata kuliah praktikum instalasi listrik terkait media pembelajaran yang berbasis IoT yang dikembangkan. Peneliti mengakui ketiadaan kelompok kontrol dan keterbatasan ukuran sampel ini membatasi validitas internal terhadap variabel pengganggu, serta validitas eksternal untuk generalisasi hasil. Seluruh prosedural penelitian telah memenuhi standar etika penelitian dengan partisipan mahasiswa penddikan teknik elektro. Protokol penelitian ini telah disetujui oleh Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya. Seluruh partisipan telah diberikan penjelasan mengenai tujuan penelitian dan mendatangi daftar hadir secara sukarela untuk mengikuti kelas sebelum pengumpulan data dimulai.

Data yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis menggunakan dua teknik, yaitu analisis deskriptif kuantitatif dan analisis stastik inferensial. Analisis deskriptif digunakan untuk mengolah data presentase kelayakan dari ahli media, ahli materi, serta kuesioner kepraktisan oleh mahasiswa. Sementara itu, untuk menguji efektivitas peningkatan hasil belajar mahasiswa anantara nilai sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) penerapan media, data analisis secara statistik menggunakan uji *paired sample t-test* serta perhitungan nilai N-Gain score.

Media pembelajaran yang dikembangkan berupa alat peraga monitoring instalasi rumah tinggal berbasis IoT yang terdiri dari komponen perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras utama yang digunakan berupa MCB, RCBO, Stop kontak, Lampu, Saklar Tunggal, Power Supply, ESP32, Sensor PZEM004T, Relay, Display Oled. Pada sisi perangkat lunak, sistem program menggunakan software Arduino IDE dan untuk komunikasi data dan antarmuka pengguna menggunakan software BLYNK melalui koneksi WiFi. Detail diagram perangkaian alat disajikan pada gambar 1, dengan penjelasan pada setiap kotak alur sumber PLN, MCB 1 Fasa dan RCBO sebagai *inputan* dan sebagai sistem proteksi instalasi listrik yang keluaranya menuju pada *power supply* dan sensor PZEM004T. Sensor PZEM004T berfungsi sebagai *input* yang terkait dengan perintah mikrokontroler yang nantinya ditampilkan pada *smartphone* (BLYNK) ataupun melalui display. Modul ESP 32 berfungsi sebagai media koneksi antara mikrokontroler dengan internet, yang keluaranya ditampilkan melalui display atau

smartphone sebagai monitoring dari relay yang terhubung pada beban (stop kontak dan lampu).



Gambar 1. Diagram Perangkain Alat

Proses validasi instrumen dan media pembelajaran dilakukan oleh 3 orang validator ahli yang ahli di bidang teknik elektro. Pengumpulan data menggunakan tiga instrumen utama yaitu intrumen validasi, instrumen kepraktisan dan tes hasil belajar. Semua instrumen dirancang berdasarkan indikator yang relevan dengan tujuan pengembangan media pembelajaran. Kesepakatan hasil penilaian antar ahli dihitung menggunakan koefisien reliabilitas antar penilai dengan rumus korelasi intra kelas (ICC). Sementara, instrumen penilaian dilakukan menggunakan skala likert 1-4 untuk menghindari kecenderungan nilai tengah. Berikut klasifikasi peringkat validator ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Produk

No.	Kriteria	Skor
1.	Sangat Layak	4
2.	Layak	3
3.	Kurang Layak	2
4.	Tidak Layak	1

Adaptasi (Priyanto & Susanti, 2025)

Data kualitas kelayakan produk dari validator (Rv) dan respon mahasiswa (Rs) dianalisis menggunakan skala likert empat poin. Skor presentase kelayakan dihitung menggunakan persamaan.

$$HR = \frac{\sum x}{\sum x_{maks} \times n} \times 100\%$$

Keterangan

HR = Hasil Rating / Presentase kelayakan (%)

$\sum x$ = Total skor yang diberikan oleh validator/ responden

$\sum x_{maks}$ = Total skor maksimum yang ideal dalam instrumen.

n = Jumlah Validator/ Responden

Nilai Validasi/kepraktisan yang digunakan untuk validator/respon mahasiswa disesuaikan dengan rating tingkatan klasifikasi tingkat kelayakan atau kepraktisan terhadap media digunakanan yang diperlihatkan oleh Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kualifikasi Produk Kepraktisan

Rata-rata Skor	Skala Nilai	Interpretasi
$82\% \geq 100\%$	4	Sangat Layak / SangatPraktis
$63\% \leq 81\%$	3	Layak/Praktis
$44\% \leq 62\%$	2	Tidak Layak/ Tidak Praktis
$25\% \leq 43\%$	1	Sangat Tidak Layak/ Sangat Tidak Praktis

Adaptasi (Pangestu et al., 2023)

Penilaian pencapaian belajar mahasiswa dilakukan dengan mengakulasikan presentase pencapaian belajar, kemudian digunakan sebagai landasan untuk mengikuti pedoman penilaian yang telah ditetapkan. Penilaian hasil belajar diambil melalui tiga ranah yaitu ranah kognitif yang menggunakan tes, ranah psikomotorik dan afektif melalui penilaian pengamatan yang diambil selama mahasiswa melakukan proses pembelajaran. Pengolahan data dilakukan dengan cara mengumpulkan data *pretest-postest* hasil belajar ranah kognitif. Metode analisis yang digunakan untuk menguji penelitian adalah uji N-gain. N-gain digunakan untuk mengukur selisih antara nilai *pretest-postest*. Data hasil tes dari untuk mengetahui keberhasilan dalam ranah kognitif menghitung skor setiap jawaban benar pada hasil test menggunakan rumus.

$$P = \frac{B}{N} \times 100$$

Keterangan:

P = Nilai Mahasiswa

B = Jumlah Jawaban Benar

N = Jumlah soal

Pada kompetensi psikomotorik dan afektif perlu untuk menghitung skor akhir dan dilakukan perbandingan antara nilai rata-rata (KKM). Dengan begitu untuk mengetahui keberhasilan dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Final Score} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100$$

Setelah menghitung dengan rumus tersebut, kriteria penilaian dari ranah kognitif, psikomotorik dan afektif ditunjukkan pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Learning Outcome Assessment Criteria

Nilai Angka	Nilai Huruf	Kriteria
$100 \leq n \leq 81$	A	Sangat Tuntas
$75 \leq n < 81$	B	Tuntas
$41 \leq n < 75$	C	Tidak Tuntas
$20 \leq n < 41$	D	Sangat Tidak Tuntas

Adaptasi (Dewi, 2023)

Efektifitas media pembelajaran diukur dengan membandingkan hasil belajar mahasiswa yang meliputi ketiga ranah yaitu ranah kognitif, psikomotorik dan afektif. Pada hasil belajar psikomotorik dan afektif dengan membandingkan rata-rata hasil belajar dengan perolehan nilai hasil belajar pada saat melakukan praktikum dalam penggunaan media. Pada ranah kognitif yaitu dengan mebandingkan hasil belajar sebelum (*pre-test*) dan sesudah (*post-test*) penggunaan media. Data dari kedua tes tersebut dihitung dan dianalisis secara statistik menggunakan *software* SPSS melalui tahapan uji normalitas, *paired sample t-test*, serta perhitungan N-Gain. Analisis N-Gain dilakukan untuk mengetahui peningkatan hasil belajar yang dicapai mahasiswa. Pengujian dua sampel pada dasarnya bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai sebelum dan sesudah perlakuan. Sebelum dilakukan uji *paired sample t-test*, data harus memenuhi syarat analisis (uji prasyarat) terlebih dahulu, yaitu melalui uji normalitas.

Menurut Nasar (2024) uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah data berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Dalam penelitian ini, uji normalitas dilakukan menggunakan metode *Shapiro-Wilk*, dengan hipotesis bahwa H_0 diterima apabila taraf signifikansi (sig.) $\geq 0,05$, sedangkan H_1 diterima apabila hasil signifikansi (sig.) $\leq 0,05$. Menurut Hardiyanto (2025) *Uji Paired Sample T-test* digunakan untuk menganalisis data berpasangan dengan dua variabel dalam satu kelompok sampel. Uji ini menghitung selisih pada setiap pasangan data, kemudian menguji apakah rata-rata selisih tersebut sama dengan nol. Data yang digunakan harus berskala interval atau rasio berdistribusi normal, dengan kriteria H_0 diterima apabila taraf signifikansi (sig.) $\geq 0,05$, sedangkan H_1 diterima apabila hasil signifikansi (sig.) $\leq 0,05$. *thitung* > *ttabel* , maka H_0 ditolak, artinya tidak terdapat

perbedaan hasil belajar siswa menggunakan media alat peraga monitoring instalasi rumah tinggal berbasis IoT., $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka H_1 diterima, artinya terdapat perbedaan hasil belajar siswa menggunakan media alat peraga monitoring instalasi rumah tinggal berbasis IoT.

Uji *N-Gain* digunakan untuk mengukur efektifitas suatu pembelajaran dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa. *N-Gain* score, yaitu selisih antara nilai *pre-test* dan *post-test*. Perhitungan ini memberikan landasan yang kuat untuk menilai apakah suatu proses pembelajaran dapat dikatakan efektif atau tidak. Adapun perhitungannya dirumuskan sebagai berikut.

$$N. Gain = \frac{\text{Skor posttest} - \text{Skor pretest}}{S \text{ Ideal} - \text{Skor pretest}}$$

Table 4. Assessment Criteria

Nilai <g>	Kategori
>0,7	Tinggi
0,3-0,7	Sedang
<0,3	Rendah

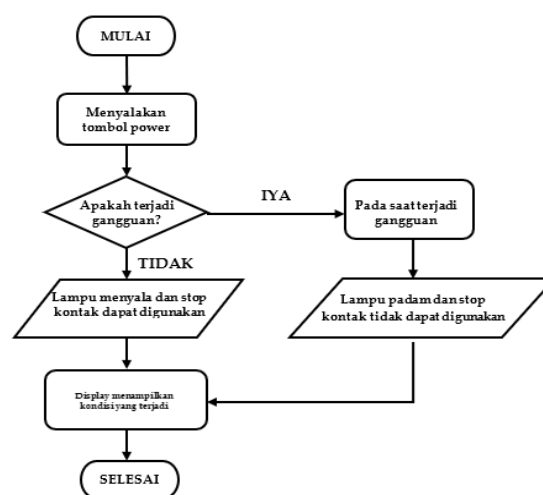
Adaptasi (Priyanto & Susanti, 2025)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan pengembangan alat peraga untuk monitoring instalasi listrik perumahan menggunakan internet of things (IoT). Selama fase analisis awal, tahap ini peneliti mengidentifikasi kondisi pembelajaran mata kuliah praktikum instalasi listrik termasuk ketersediaan media praktik dan tantangan pembelajaran kontekstual dengan dilakukan wawancara kepada dosen pengampu matakuliah yang menyebutkan bahwa media yang digunakan masih konvensional dan belum ada media pembelajaran berupa alat peraga. Selanjutnya, mengidentifikasi karakteristik mahasiswa yang menjadi subjek pengembangan perangkat pembelajaran yaitu mahasiswa program studi S1 Pendidikan Teknik Elektro UNESA yaitu dengan penyebaran angket pra-penelitian sebagai observasi awal terkait kemampuan mahasiswa itu sendiri dalam penggunaan media pembelajaran yang sudah digunakan oleh mahasiswa. Terakhir, tahap yang menentukan capaian pembelajaran (CPL dan CPMK) yang relevan dengan media yang akan dikembangkan sesuai kurikulum OBE, yang dapat dilihat pada CPL yang digunakan pada mata kuliah praktikum instalasi listrik yaitu pada CPL-5 mahasiswa diharapkan mampu menyelaraskan kurikulum mata-diklat teknik

ketenagalistrikan dan elektronika pada pendidikan kejuruan yang relevan dengan tuntutan perkembangan industri global (Pendidikan), dan pada CPL-14 mampu menjadi praktisi yang dapat mengaplikasikan pengetahuan dan keterampilannya untuk mengembangkan produk di program keahlian teknik ketenagalistrikan dan teknik elektronika secara komprehensif.

Fase desain mencakup desain produk awal, penyusunan perangkat pembelajaran, perancangan instrumen penelitian, dan pembuatan desain awal. Desain awal dimulai dengan rencana design sistem, diikuti dengan pembuatan sistem operasional berbasis diagram alur dan wiring diagram. Selama proses desain ini, evaluasi produk dilakukan dengan menyesuaikan fleksibilitas dari kebutuhan dari praktikum nantinya. Dalam rancangan sistem secara keseluruhan merupakan diagram *wiring* atau gabungan dari rangkaian komponen secara fisik dan nantinya dikonfigurasi pada pemrograman yang dikirim dari *smartphone* menuju mikrokontroler yang digunakan sebagai monitoring penggunaan outputan berupa beban (lampu). Selain itu, perancangan monitoring dibuat untuk mengetahui alur kerja dari alat peraga. Berikut alur kerja dari perancangan alat peraga monitoring instalasi listrik berbasis IoT.



Gambar 2. Flowchart Alur Kerja

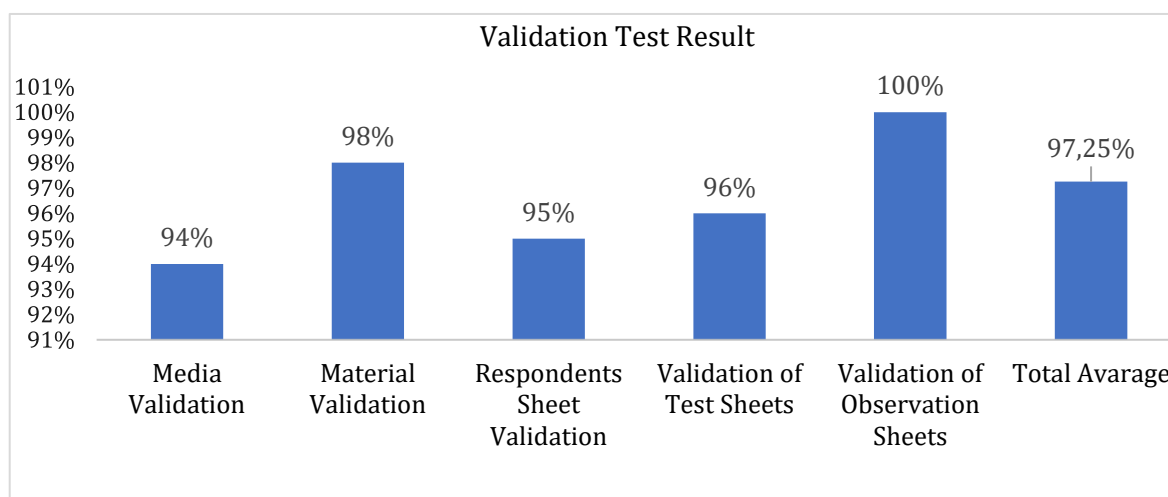
Fase pengembangan terdiri dari dua langkah yaitu pengembangan produk dan dilakukan pengujian produk sekaligus validasi dari para ahli. Pengujian alat peraga dilakukan dengan pendekatan kontekstual, yang melibatkan tiga jenis pengujian yaitu beban lebih, hubung singkat dan arus bocor. Fase pengujian tidak selalu belajar lancar, oleh karena itu diperlakukan

evaluasi dan penyesuaian spesifikasi komponen agar sesuai dengan prosedur pengujian keselamatan. Berikut tampilan hasil produk yang telah dikembangkan berupa alat peraga monitoring instalasi rumah tinggal berbasis Internet of Things yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 4. Alat Peraga Monitoring Instalasi Rumah Tinggal Berbasis IoT

Hasil penilaian validasi oleh para ahli terhadap media pembelajaran berupa alat peraga monitoring instalasi rumah tinggal berbasis Internet of Things melalui pendekatan kontekstual untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa menunjukkan tingkat validitas yang sangat layak, dengan tingkat validasi rata-rata sebesar 97,25% yang termasuk dalam kriteria sangat valid, yang meliputi validasi media sebesar 94%, validasi materi sebesar 98%, validasi lembar angket responden sebesar 95%, validasi instrumen tes sebesar 96% dan validasi instrumen penilaian lembar pengamatan baik lembar psikomotorik dan afektif sebesar 100%. Keseluruhan penilaian validasi menunjukkan kriteria sangat valid dan layak digunakan dalam proses pembelajaran. Berikut dapat dilihat pada diagram batang skor tingkat validasi dari para ahli yang ditunjukkan pada Gambar 5.



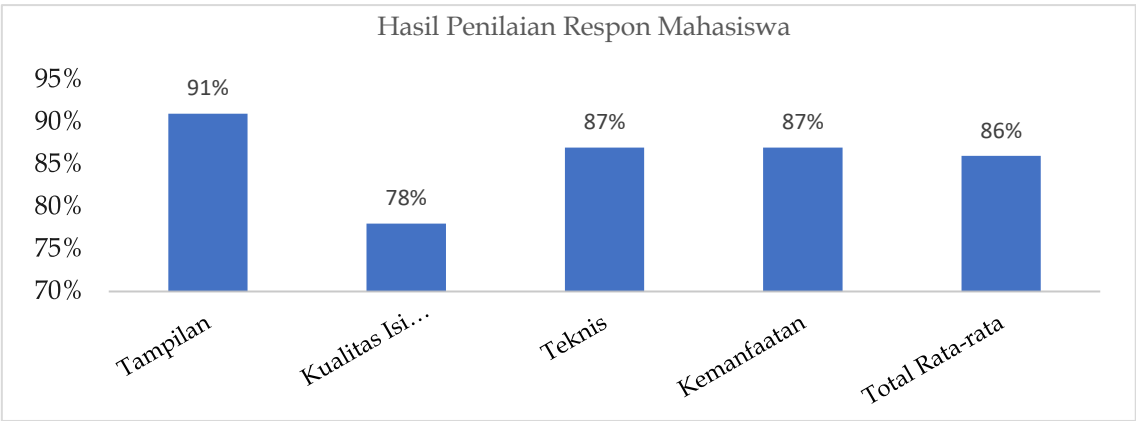
Gambar 5. Hasil uji validasi

Memasuki fase implementasi, fase ini dilaksanakan selama kegiatan pembelajaran praktik dengan menggunakan alat peraga monitoring instalasi rumah tinggal berbasis Internet of Things (IoT) melalui pendekatan kontekstual. Sebelum fase implementasi, alat peraga pembelajaran tersebut telah melalui proses validasi dari para ahli dan evaluasi hingga layak digunakan dalam proses pembelajaran. Selama fase implementasi ini, pengumpulan data juga dilakukan termasuk pengujian pretest-posttest, penilaian pengamatan keterampilan dan sikap serta pengisian kuisioner tanggapan mahasiswa mengenai tingkat kepraktisan media pembelajaran. Selanjutnya, pengolahan data dilakukan dengan menggunakan google spreadsheets dan SPSS. Hasil angket respon

mahasiswa mencakup beberapa aspek termasuk aspek tampilan, kualitas materi dan tujuan, aspek teknis serta kegunaan. Berdasarkan Berdasarkan rekapitulasi skor hasil penilaian respon mahasiswa terhadap kepraktisan alat peraga monitoring menghasilkan skor sebagai berikut:

$$\frac{343\%}{4} = 86 (\%)$$

Berdasarkan pada hasil diatas mendapatkan nilai 86% yang dimana berarti dapat dikatakan sangat praktis digunakan dalam pembelajaran. Berikut diagram batang perolehan skor respon mahasiswa dari beberapa aspek yang ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram Batang Hasil Penilaian Respon Mahasiswa terhadap Kepraktisan Alat Peraga

Analisis data hasil belajar mahasiswa dengan menggunakan media pembelajaran berupa alat peraga monitoring instalasi rumah tinggal berbasis *Internet of Things* melalui pendekatan kontekstual yang diterapkan pada mata kuliah praktikum instalasi listrik dengan begitu dapat dievaluasi melalui tes hasil belajar dengan berdasarkan 3 ranah. Ranah kognitif (tes *pre-test/post-test*), ranah psikomotorik (lembar observasi keterampilan) dan ranah afektif (lembar observasi sikap). Hasil belajar ranah psikomotorik dilakukan dengan membandingkan skor nilai yang diperoleh dengan nilai kriteria ketuntasan minimum (KKM), dari hasil rekapitulasi nilai pada ranah psikomotorik mahasiswa, diperoleh rata-rata nilai psikomotorik adalah 78. Berikut standar deskripsi ranah psikomotorik dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Standart Deskripsi Ranah Psikomotorik

Hasil Belajar	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation
Psikomotorik	28	68	88	78.00	5.663
Valid N	28				

Berdasarkan hasil analisis deskriptif menggunakan IBM SPSS *Statistics* 22 tabel 4.12 mendapatkan nilai rata-rata sebesar 78 dengan kriteria “Tuntas”. Berdasarkan hasil tersebut mahasiswa pendidikan teknik elektro kelas PTE 2024 C telah mencapai 75 (*standar model Direct Intruction* dengan KKM (Kriteria Ketuntasan Minimum). Hasil belajar ranah afektif sama dilakukan seperti pengambilan penilaian pada ranah psikomotorik yaitu dengan membandikan skor nilai yang diperoleh dengan nilai kriteria ketuntasan minimum (KKM), dari hasil rekapitulasi nilai pada ranah afektif diperoleh rata-rata nilai afektif adalah 81,18. Berikut standar deskripsi ranah afektif dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Standart Deskripsi Ranah Afektif

Hasil Belajar	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation
Afektif	28	73	92	81.18	4.546
Valid N	28				

Berdasarkan hasil analisis deskriptif menggunakan IBM SPSS *Statistics* 22 pada tabel 4.14 mendapatkan nilai rata-rata sebesar 81,18 dengan kriteria “Sangat Tuntas”. Berdasarkan hasil tersebut mahasiswa pendidikan teknik elektro kelas PTE 2024 C telah mencapai 75 (*standar model Direct Intruction* dengan KKM (Kriteria Ketuntasan Minimum). Hasil belajar ranah kognitif mahasiswa diperoleh melalui hasil tes *pretest-posttest* yang terdiri dari 30 butir soal pilihan ganda yang dikerjakan sebelum praktikum dan sesudah melakukan praktikum. Uraian mengenai deskripsi nilai minimum, maksimum, *mean* dan *standart devaiasi*, tampilan nilai minimum dan maksimum dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Standart Deskripsi Ranah Kognitif

Hasil Belajar	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation
Pretest	28	23	83	46,96	14,622
Posttest	28	67	97	82,96	8,217
Valid N	28				

Uji keefektifan menggunakan uji *paired sample t-test* dan uji *N-Gain*, sebelum melakukan uji *paired sample t-test* maka dilakukan uji prasyarat analisis. Uji normalitas merupakan uji prasyarat sebelum melakukan uji *paired sample T-test* yang digunakan untuk mengetahui data berdistribusi dengan normal atau tidak normal. Pada uji normalitas ini memerlukan bantuan *software IBM SPSS Statistics* 22. Setelah

dilakukan analisis data uji normalitas pada ranah kognitif dapat dilihat pada Tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Uji Normalitas Ranah Kognitif

Hasil Belajar	Stastic	df	Sig.
Pretest	.966	28	.470
Posttest	.958	28	.314

Berdasarkan hasil uji normalitas data menggunakan *Shapiro-Wilk* mengingat ukuran data sampel ≤ 50 . Dapat diketahui bahwa hasil uji normalitas ranah kognitif nilai *pretest* nilai sig sebesar 0,470 dan nilai *posttest* nilai sig sebesar 0,314. Hasil uji normalitas tersebut menunjukkan hasil $> 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa data

berdistribusi normal dan dapat dilanjutkan untuk pengujian Paired Sample T-test.

Uji *Paired Sample T-Test* kemudian diperoleh dari ranah kognitif dengan tingkat signifikansi 0.000 (*p-value*) kurang dari sama dengan ≤ 0.05 . Dengan demikian uji *Paired Simple T-Test* H1 diterima, terdapat efektivitas mahasiswa sebelum dan sesudah penerapan media pembelajaran menggunakan alat peraga monitoring instalasi rumah tinggal berbasis *Internet of Things* melalui pendekatan kontekstual dengan tingkat signifikansi (*p-value*) kurang dari ≤ 0.05 . Berikut tabel 9 yang menunjukkan hasil dari uji paired sample T-test.

Tabel 9. Paired Samples T-Test Paired Differences Test

Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
			Lower	Upper			
-36.000	8.353	1.579	-39.239	- 32.761	-22.805	27	.000

Hasil uji Normalized Gain(N-Gain) menunjukkan skor N-gain rata-rata sebesar 0,67. Nilai ini termasuk dalam rentang sedang menurut kriteria interpretasi $0,3 \leq n \leq 0,7$. Oleh karena itu, media pembelajaran berupa alat peraga monitoring instalasi rumah tinggal berbasis *Internet of Things* (IoT) melalui pendekatan kontekstual untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa menunjukkan peningkatan dalam kategori sedang. Berikut ini adalah perhitungannya :

$$N. Gain = \frac{82,96 - 46,96}{100 - 46,96} = 0,67$$

Uji efektivitas pada ketiga ranah tersebut menghasilkan data yang menunjukkan peningkatan yang signifikan pada hasil belajar mahasiswa setelah dilakukan penerapan media pembelajaran berupa alat peraga monitoring instalasi rumah tinggal berbasis *Internet of Things* (IoT) melalui pendekatan kontekstual. Hal ini ditunjukkan pada ranah kognitif melalui uji paired sample t-test yang menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($\leq 0,05$), pada uji N-Gain nilai rata-rata yang diperoleh sebesar 0,67 yang termasuk dalam kategori sedang. Selain itu, pada ranah psikomotorik dan afektif, analisis dilakukan menggunakan software IBM SPSS Statistics 22 untuk mengetahui statistik diskriptif yang menunjukkan hasil bahwa skor yang diperoleh sebesar 78 pada ranah psikomotorik dan sebesar 81,18 pada ranah afektif. Ini mengartikan bahwa rata-rata nilai yang diperoleh mahasiswa sudah memenuhi kriteria ketuntasan minimum.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan mengenai pengembangan alat peraga monitoring instalasi rumah tinggal berbasis *Internet of Things* melalui pendekatan kontekstual untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa yang telah memenuhi kriteria layak, praktis dan efektif digunakan dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Sebagaimana dinail oleh para validator dan penilai respon mahasiswa terhadap media pembelajaran yang telah dikembangkan. Rangkaian tahap penelitian dari analisis kebutuhan hingga tahap evaluasi keseluruhan menunjukkan bahwa media pembelajaran berupa alat peraga monitoring instalasi rumah tinggal berbasis *Internet of Things* (IoT) melalui pendekatan kontekstual memiliki penerimaan yang tinggi.

Hasil penilaian para ahli menunjukkan media pembelajaran ini memiliki kualitas yang sangat layak sebagaimana dibuktikan dengan skor rata-rata pada penilitian yang diperoleh dari penilaian validator yaitu sebesar 97,25% dengan kriteria sangat valid digunakan untuk penelitian. Hasil respon mahasiswa mengenai tingkat kepraktisan media pembelajaran menunjukkan nilai presentase rata-rata sebesar 86% dengan kriteria sangat praktis. Selain itu, hasil uji efektivitas menunjukkan data yang mengindentifikasi peningkatan signifikan pada hasil belajar mahasiswa setelah diterapkan

pembelajaran menggunakan media yang dikembangkan. Hal ini ditunjukkan pada penilaian ranah kognitif melalui uji *Paired Sample T-Test* yang menunjukkan nilai signifikansi 0,000 ($\leq 0,05$), pada uji *N-Gain* nilai rata-rata sebesar 0,7 yang termasuk dalam kategori sedang. Serta, pada ranah psikomotorik dan afektif dilakukan analisis menggunakan *software IBM SPSS Statistic 22* berupa *descriptive Statistic* memperoleh nilai rata-rata ranah psikomotorik sebesar 78 dengan kriteria tuntas dan ranah afektif sebesar 81,18 dengan kriteria sangat tuntas. Berarti hasil belajar mahasiswa telah mencapai 75 (*standar model Direct Intruction* dengan KKM (Kriteria Ketuntasan Minimum).

Namun, peneliti mengakui bahwa beberapa perbaikan masih diperlukan seperti menyesuaikan tingkat sensitivitas komponen seperti sensor deteksi arus dan tegangan disarankan menggunakan sensor yang tidak multifungsi guna memastikan pembacaan pemantauan yang stabil, serta menyempurnakan petunjuk penggunaan agar lebih jelas. Selain itu, keselamatan dan keamanan pengguna harus diprioritaskan selama penggunaan media pembelajaran. Keterbatasan lain dalam penelitian ini terletak pada penggunaan desain pra uji atau uji kelompok tunggal, tanpa adanya kelompok kontrol pembandingan hasil peningkatan hasil belajar belum sepenuhnya dapat mengisolasi variabel pengganggu. Strategi pengambilan sampel yang menggunakan teknik convenience sampling dengan keterbatasan ukuran sampel (28 mahasiswa dari satu kelas) menyebabkan generalisasi hasil penelitian ini terbatas pada konteks populasi yang serupa. Walaupun demikian, penelitian ini telah membuktikan bahwa pengembangan media pembelajaran berupa alat peraga monitoring instalasi rumah tinggal berbasis *Internet of Things* melalui pendekatan kontekstual dinyatakan berhasil terhadap hasil belajar mahasiswa serta mendukung proses pembelajaran yang lebih relevan dengan kebutuhan industri maupun pada kebutuhan rumah tinggal.

REFERENSI

- Athallah, A. E. N., Achmad, F., Zuhrie, M. S., & Fathoni, A. N. (2025). Pengembangan Prototype Smart Home berbasis IoT untuk Meningkatkan Hasil Belajar pada Mata Pelajaran Mikroprosesor dan Mikrokontroler Kelas XI TEI di SMK Negeri 1 Jabon. *CARONG: Jurnal Pendidikan, Sosial, Dan Humaniora*, 2(1), 347–367.
<https://doi.org/https://doi.org/10.62710/gvrxbp34>
- B Johnson, E. (2002). *Contextual Teaching and Learning* (R. Clouse, K. Liegl, & E. Buchanan (eds.)). SAGE Publications.
- Dani Usman, Hadisantoso, F. S., Afzeri, N. K. H., & Darwin, M. R. P. (2025). Implementasi Sistem Monitoring Tegangan, Arus, Daya dan Energi untuk Miniatur Rumah Berbasis IoT. *Jurnal Ramatekno*, 5(1), 19–27.
<https://doi.org/https://doi.org/10.61713/jrt.v5i1.223>
- Dewi, S. (2023). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Hasil Belajar. *PTK: Jurnal Tindakan Kelas*, 3(2), 204–215.
<https://doi.org/10.53624/ptk.v3i2.177>
- Fathoni, A. N., & Khotimah, K. (2023). Rancang Bangun Smart Home berbasis IoT Menggunakan Telegram Messenger Bot dan NodeMCU ESP 32. *TELKA: Jurnal Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi, Dan Kontrol*, 9(1), 34–43.
<https://doi.org/10.15575/telka.v9n1.34-43>
- Hadziefendic, N., Trifunovic, J., Kostic, N., Davidovic, M., & Kostic, M. (2020). A new method for the detection of poor electrical contacts in low-voltage electrical installations characterised by the TN protection system – field validation in residential buildings. *INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL "INNOVATIONS"*, 8(1), 41–45.
- Hardiyanto, R., Zuhrie, M. S., Rusimamto, P. W., Harimurti, R., & Achmad, F. (2025). Developing Smart Building Learning Media (Knx System) and its Impacts on Student's Learning Outcomes. *Edukasi: Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*, 12(1), 220–235.
<https://doi.org/10.19109/18jx9x36>
- Hidayat, F., & Nizar, M. (2021). Model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation) Dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam. *Jurnal Inovasi Pendidikan Agama Islam*, 1(1), 28–37.
- Hidayati, R. F., Anindhita, R., Ghoyali, R., Naja, R. A., & Faravati, R. S. (2024). Pengaruh Metode Contextual Teaching And Learning

- Dalam Meningkatkan Kompetensi Materi Arduino Uno. *Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia*, 9(2), 59–66.
- Juniar, A., Monalisa, C., & Tarigan, B. (2024). The Effect of Implementing Practicum-Based Contextual Teaching and Learning Models to Improve Learning Outcomes on the Subject of Colloids. *PENDIPA Journal of Science Education*, 8(1), 57–64. <https://doi.org/https://doi.org/10.33369/pendipa.8.1.57-64>
- Kurniawan, A., & Amirullah, A. (2024). Implementasi Sistem Proteksi Arus Beban Lebih pada Rumah Tinggal Sederhana menggunakan Internet of Things (IoT) dengan Aplikasi Blynk. *Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer Dan Kecerdasan Buatan)*, 7(2), 130–140. <http://eprints.ubhara.ac.id/2727/>
- Kusuma, R. (2023). Integrasi IoT dalam Pembelajaran Teknik Elektro: Studi Kasus Proteksi Sistem Tenaga Listrik. *Jurnal Elektro Dan Informatika*, 7(2), 45–56.
- Machmud, P., Gunawan, A., Purwanto, A., & Saputra, H. (2025). Peningkatan Hasil Belajar Mahasiswa Melalui Integrasi IoT dalam Pembelajaran Berbasis Pengalaman pada Pendidikan Tinggi. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 3(4), 2337–2343. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v3i4.890>
- Maftuh, M. S. J. (2023). Understanding Learning Strategies: A Comparison Between Contextual Learning and Problem-Based Learning. *Educazione: Journal of Education and Learning*, 01(01), 54–65. <https://doi.org/https://doi.org/10.61987/educazione.v1i1.496>
- Muzakir, M. I. (2023). Implementasi Kurikulum Outcome Based Education (OBE) Dalam Sistem Pendidikan Tinggi di Era Revolusi Industri. *EDUKASIANA*, 2(1), 118–139.
- Nasar, A., Hadi Saputra, D., Rifan Arkaan, M., Bimo Ferlyando, M., Teguh Andriansyah, M., & Dena Pangestu, P. (2024). Uji Prasayat Analisis. *EBI: Jurnal Ekonomi Dan Bisnis*, 2(6), 786–799.
- 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(01), 69–77. <https://doi.org/https://doi.org/10.26740/jpt e.v12n01.p69-77>
- Priyanto, I. R. P., & Susanti, N. A. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Modul Pengganti Oli Mesin dan Filter Oli Pada Mobil Honda Untuk Persiapan PKL Siswa SMKN 3 Surabaya Jurusan TKRO. *JPTM*, 14(01), 1–8.
- Riko Setiawan, Yanu Shalahudin, D. E. (2025). Perancangan Alat Peraga Rcbo Sebagai Proteksi Instalasi Rumah Tangga. *Jurnal Qua Teknika*, 15(1), 1–13.
- Santoso, B. (2021). Integrasi Teknologi dalam Pembelajaran Teknik Elektro di Perguruan Tinggi. *Jurnal Pendidikan Teknik Vokasi*, 7(2), 56–65.
- Shoffa, S., Holisin, I., Palandi, J. F., Cacik, S., Indriyani, D., Supriyanto, E. E., Basith, A., & Giap, Y. C. (2021). *Perkembangan Media Pembelajaran di Perguruan Tinggi* (M. I. A. Fathoni (ed.); Edisi I). Agrabana Media. <https://books.google.co.id/books?id=vcAZ EAAQBAJ>
- Silaban, H., & Zefanya, L. (2025). Implementasi Instalasi Listrik Rumah Tangga Yang Sesuai Standar PUIL Untuk Meningkatkan Keselamatan Masyarakat. *Kampus Akademik Publisng*, 3(6), 691–699. <https://doi.org/https://doi.org/10.61722/jip m.v3i6.1720>
- Suda, K. R. S., Santiyadnya, N., & Ratnaya, I. G. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Instalasi Penerangan Listrik Inbow Portable Pada Mata Kuliah Dasar-dasar Instalasi Listrik di Program Studi S1 Pendidikan Teknik Elektro. *Penelitian Ini Bertujuan Untuk Membuat Trainer Instalasi Penerangan Listrik, Mengetahui Kelayakan Serta Mengetahui Respons Mahasiswa Terhadap Media Pembelajaran Trainer Instalasi Penerangan Listrik Inbow Portable Pada Mata Kuliah Dasar-Dasar Instalasi Pen*, 9(1), 48–55. <https://doi.org/https://doi.org/10.23887/jjpt e.v9i1.23424>
- Terzieva, V., Ilchev, S., & Todorova, K. (2022). The Role of Internet of Things in Smart Education. *IFAC PapersOnLine*, 55(11), 108–113. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.08.057>

- Utami, H. (2025). Development of Trainer-Based Learning Media in The Course of Electrical Power Installation in The Departement of Electrical Engineering Education. *Stud*, 4(2), 89–118.
- Vardakis, G., George Hatzivasilis, Koutsaki, E., & Papadakis, N. (2024). Review of of Smart-Home Security Using Using the Internet of Things. *MDPI*, 13(16), 3343. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/electronics13163343>
- Wiryanatha, K. Y., Santiyadnya, N., & Wiratama, W. M. P. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Trainer Pengaman Arus Bocor Pada Instalasi Listrik Rumah Tinggal di Mata Kuliah Sistem Pengaman Tenaga Listrik. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Undiksha*, 01(01), 123–134. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JJPTE/article/download/66379/27633>
- Zarkasyi, M. (2023). Perancangan Trainer Dan Modul Internet of Things (IoT) Pada Mata Kuliah Praktikum Sensor Dan Tranduser. *Accident Analysis and Prevention*, 183(2), 153–164.