

PENGEMBANGAN TRAINER KIT BERBASIS SENSOR CAHAYA DAN GERAK UNTUK MENINGKATKAN KOMPETENSI TEKNIS INSTALASI PENERANGAN LISTRIK

Firstco Alivio Ahmad ¹, Meini Sondang Sumbawati ²

^{1, 2} Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

*Corresponding Author e-mail: 1firstco.22042@mhs.unesa.ac.id

Abstract

This study aims to develop a learning media in the form of an automatic lighting installation trainer based on light sensors (photocell) and motion sensors (passive infrared) to improve students' technical competence in electrical lighting installation.. This study employed the ADDIE development model. Before being implemented in the learning process, the product/media was tested through three aspects, namely feasibility, practicality, and effectiveness in improving students' technical competence. The data collection techniques used in this study included media and material expert validation, student response questionnaires, pretest-posttest tests, as well as practical and attitude assessments. The subjects of this study were twelfth-grade students of the Electrical Power Installation Engineering program at SMK Tamansiswa Mojokerto. The results showed that the developed trainer met the feasibility criteria based on material expert and media expert validations and was categorized as highly feasible. Students' responses to the use of the trainer indicated that it was highly practical and engaging in the learning process. In addition, the effectiveness test results showed a significant improvement in students' technical competence, as indicated by the increase in pretest and posttest scores. Furthermore, the improvement in technical competence was also demonstrated through the results of practical and attitude assessments that exceeded the Learning Objective Achievement Criteria (KKTP). Therefore, it can be concluded that the developed automatic lighting installation trainer using light and motion sensors is valid, practical, and effective in improving students' technical competence in the subject of electrical lighting installation. The implications of this study indicate that the development of practice-based trainer media can serve as an innovative alternative in vocational learning to optimally improve students' technical skills.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berupa trainer instalasi penerangan otomatis berbasis sensor cahaya (*photocell*) dan gerak (*passive infrared*) guna meningkatkan kompetensi teknis instalasi penerangan listrik. Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE. Sebelum digunakan dalam proses pembelajaran produk/media harus diuji melalui tiga aspek, yaitu : kelayakan, kepraktisan, dan juga keefektifan dalam meningkatkan kompetensi teknis siswa. Teknik pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan melalui validasi ahli media dan materi, angket respon siswa, *pretest-posttest*, serta penilaian praktik dan sikap. Subjek penelitian adalah siswa kelas XII Teknik Instalasi Tenaga Listrik di SMK Tamansiswa Mojokerto. Hasil penelitian menunjukkan bahwa trainer yang dikembangkan memenuhi kriteria kelayakan berdasarkan validasi ahli materi dan ahli media dengan kategori sangat layak. Respon siswa terhadap penggunaan trainer menunjukkan kategori sangat praktis dan menarik dalam pembelajaran. Selain itu, hasil uji efektivitas menunjukkan adanya peningkatan kompetensi teknis siswa yang signifikan, ditunjukkan melalui peningkatan nilai pretest dan posttest Kemudian peningkatan kompetensi teknis juga ditunjukkan melalui hasil penilaian praktik dan sikap yang telah melampaui KKTP (kriteria Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran). Dengan demikian,

Article History

Submitted: 10 Juni 2026

Accepted: 13 Juli 2026

Published: 14 Juli 2026

Key Words

trainer kit, light sensor (*photocell*), motion sensor (*passive infrared*), technical competence, electrical lighting installation.

Sejarah Artikel

Submitted: 10 Juni 2026

Accepted: 13 Juli 2026

Published: 14 Juli 2026

Kata Kunci

trainer kit, sensor cahaya (*photocell*), sensor gerak (*passive infrared*), kompetensi teknis, instalasi penerangan listrik.

dapat disimpulkan bahwa trainer instalasi penerangan otomatis menggunakan sensor cahaya dan sensor gerak yang dikembangkan valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kompetensi teknis siswa pada mata pelajaran instalasi penerangan listrik. Implikasi dari penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan media trainer berbasis praktik dapat menjadi alternatif inovatif dalam pembelajaran kejuruan untuk meningkatkan keterampilan teknis siswa secara optimal.

PENDAHULUAN

Pendidikan vokasi pada jenjang Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) memiliki peran strategis dalam menyiapkan sumber daya manusia yang kompeten dan siap kerja. Pada era Revolusi Industri 4.0, perkembangan teknologi berbasis sensor dan sistem otomatisasi semakin menjadi kebutuhan di berbagai sektor industri. Oleh karena itu, siswa dituntut memiliki keterampilan dalam instalasi penerangan listrik berbasis sistem otomatis, seperti penggunaan sensor cahaya dan sensor gerak. Kompetensi ini tidak hanya mendukung efisiensi energi, tetapi juga menjadi tuntutan dasar bagi siswa jurusan Teknik Instalasi Tenaga Listrik (TITL) (Hasannuddin et al., 2025).

Seiring dengan perkembangan teknologi, sistem penerangan otomatis semakin banyak diterapkan pada sektor rumah tangga, industri, dan fasilitas umum. Pemanfaatan sensor cahaya (photocell) dan sensor gerak (passive infrared) terbukti mampu meningkatkan efisiensi energi dalam sistem penerangan (R. Saputra, 2023). Selain itu, pengembangan sistem kontrol berbasis Internet of Things (IoT) juga semakin meluas (Rohili, 2023). Kondisi ini menuntut dunia pendidikan, khususnya SMK, untuk menyediakan media pembelajaran yang relevan dengan perkembangan teknologi terkini.

Namun, kondisi di lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran instalasi penerangan listrik masih menghadapi berbagai kendala. Di SMK Tamansiswa Mojokerto, penggunaan media pembelajaran masih bersifat konvensional dan didominasi oleh trainer berbasis saklar manual, sehingga pembelajaran kurang menarik dan belum sepenuhnya mendukung pencapaian kompetensi siswa. Hal ini berdampak pada rendahnya motivasi belajar siswa serta kurang optimalnya penguasaan keterampilan teknis yang dibutuhkan di dunia kerja.

Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan pentingnya inovasi media pembelajaran dalam meningkatkan kompetensi siswa SMK. Diarta (2025) menyatakan bahwa penggunaan automatic smart control building dapat meningkatkan hasil belajar, namun belum dikembangkan dalam bentuk trainer praktikum terintegrasi. Cahyani et al. (2024) juga mengembangkan trainer penerangan jalan umum berbasis solar cell yang mampu meningkatkan motivasi dan hasil belajar, tetapi belum mengintegrasikan sensor cahaya dan gerak. Hal ini menunjukkan adanya celah penelitian terkait pengembangan trainer instalasi penerangan otomatis berbasis sensor yang lebih komprehensif.

Kebutuhan akan media pembelajaran yang inovatif semakin mendesak seiring tuntutan dunia industri terhadap tenaga kerja yang mampu mengoperasikan sistem otomatisasi modern. Keterbatasan media praktik yang sesuai dengan perkembangan teknologi menyebabkan pencapaian kompetensi siswa, khususnya pada aspek keterampilan teknis, belum optimal. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang praktis, aplikatif, dan relevan dengan kebutuhan industri. Pengembangan media pembelajaran melalui pendekatan Research and Development (R&D) dinilai mampu menghasilkan produk yang sistematis dan sesuai kebutuhan pengguna. Model ini memungkinkan pengembangan produk melalui tahapan analisis, desain, pengembangan,

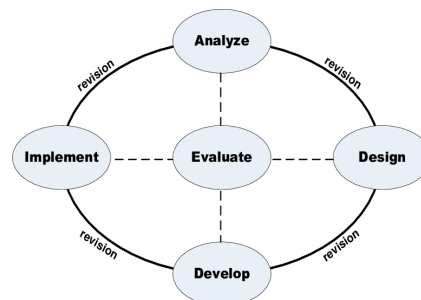
dan uji coba sehingga menghasilkan media yang valid, praktis, dan efektif (Afif Afandi et al., 2017). Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa trainer berbasis R&D lebih mudah diterapkan dalam pembelajaran praktik serta mampu meningkatkan kompetensi siswa Cahyani et al. (2024).

Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, pengembangan trainer dalam penelitian ini memiliki keunggulan pada integrasi sensor cahaya dan sensor gerak dalam satu sistem pembelajaran. Penelitian oleh Abdulloh et al. (2025) masih terbatas pada sistem berbasis solar cell, sedangkan R. Saputra (2023) belum mengemas sistem sensor dalam bentuk trainer pembelajaran. Dengan demikian, penelitian ini menawarkan kebaruan berupa trainer instalasi penerangan otomatis yang terstruktur, mudah digunakan, dan sesuai dengan kurikulum SMK. Dukungan penelitian lain juga menunjukkan bahwa penggunaan trainer dapat meningkatkan kompetensi guru dan efektivitas pembelajaran berbasis teknologi (Waluyo et al., 2024). Selain itu, integrasi sensor dalam media pembelajaran terbukti mampu meningkatkan keterampilan siswa sekaligus kesadaran terhadap efisiensi energi (Farza, 2022). Oleh karena itu, pengembangan trainer berbasis sensor cahaya dan gerak memiliki potensi besar dalam meningkatkan kualitas pembelajaran di SMK.

Dengan demikian, arah penelitian ini adalah menghasilkan sebuah produk berupa trainer instalasi penerangan otomatis menggunakan sensor cahaya dan sensor gerak. Produk ini diharapkan dapat meningkatkan kompetensi teknis siswa kelas XII SMK Tamansiswa Mojokerto.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Model ini dipilih karena sesuai untuk merancang dan mengembangkan produk pembelajaran yang sistematis, teruji, dan efektif digunakan di lingkungan pendidikan kejuruan. Menurut Sugiyono (2020), penelitian dan pengembangan bertujuan menghasilkan produk tertentu serta menguji keefektifannya. Sementara itu, model ADDIE adalah salah satu pendekatan pengembangan pembelajaran yang sederhana namun komprehensif, digunakan secara luas dalam bidang pendidikan dan pelatihan teknik. Produk ini diharapkan dapat meningkatkan kompetensi teknis siswa SMK, khususnya dalam bidang Teknik Instalasi Tenaga Listrik.



Gambar 1. Model Pengembangan ADDIE

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat yang digunakan untuk mengumpulkan data agar diperoleh hasil yang valid dan reliabel (Sugiyono, 2020). Instrumen yang digunakan meliputi uji kelayakan melalui validasi ahli media dan ahli materi untuk menilai kesesuaian isi, tampilan, dan fungsi trainer menggunakan skala Likert lima tingkat dari skor 1 sampai 5 (Hasannuddin et al., 2025), uji respon siswa untuk mengetahui tingkat ketertarikan, kemudahan, kebermanfaatan, relevansi, dan kepraktisan penggunaan trainer dengan 15 butir pernyataan menggunakan skala Likert, serta uji peningkatan kompetensi teknis siswa yang mencakup aspek kognitif melalui tes pretest dan posttest berdasarkan taksonomi Bloom revisi (C1–C6) sebanyak 20 butir soal, aspek

psikomotorik melalui lembar observasi praktik, dan aspek afektif melalui lembar penilaian sikap yang meliputi disiplin, tanggung jawab, kerja sama, keselamatan kerja (K3), keaktifan, dan inisiatif sebanyak 15 butir.

Teknik Analisis Data

◆ Analisis data yang akan digunakan untuk menginterpretasikan hasil dari uji kelayakan, uji respon siswa, dan uji keefektifan. Analisis dilakukan secara kuantitatif deskriptif.

1. Analisis Data Uji Kelayakan (Validasi Ahli dan Validasi Materi)

Skor yang diberikan oleh validator diubah menjadi nilai persentase menggunakan rumus:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \times 100\%$$

Interpretasi hasil uji kelayakan disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1. Kategori Kelayakan Produk (Validasi Ahli dan Materi)

No.	Rentang Skor Rata-rata (%)	Kategori
1.	81–100	Sangat Layak
2.	61–80	Layak
3.	41–60	Cukup Layak
4.	21–40	Kurang Layak
5.	≤20	Tidak Layak

(Sumber : Riduwan, 2020)

2. Analisis Data Uji Respon Siswa

Data dari angket respon siswa dianalisis menggunakan rumus yang sama. Interpretasi hasil uji respon siswa dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Kategori Penilaian Respon Siswa

No.	Rentang Skor Rata-rata (%)	Kategori
1.	81–100	Sangat Baik
2.	61–80	Baik
3.	41–60	Cukup
4.	21–40	Kurang
5.	≤20	Tidak Baik

(Sumber : Kurniawan & Lestari, 2021)

3. Analisis Data Uji peningkatan kompetensi teknis siswa

a. Uji Normalitas

Uji ini menggunakan uji *Shapiro–Wilk* menggunakan bantuan aplikasi *IBM SPSS Statistic 27*, karena jumlah sampel kurang dari 50 orang. Kriteria pengambilan keputusan adalah sebagai berikut.

- 1) Jika nilai *Sig. (p-value)* > 0,05 maka data berdistribusi normal.
- 2) Jika nilai *Sig. (p-value)* ≤ 0,05 maka data tidak berdistribusi normal.

Apabila hasil uji menunjukkan data berdistribusi normal, maka dilanjutkan dengan uji t (*one paired sample t-test* dan *paired sample t-test*).

b. Uji T

1) *One Sample T-Test*

Uji One Sample T-Test merupakan uji statistik parametrik yang digunakan untuk mengetahui apakah rata-rata hasil belajar siswa berbeda secara signifikan dari nilai acuan tertentu, seperti KKM. Dasar pengambilan keputusan dalam uji ini adalah sebagai berikut.

- i. Jika nilai Sig. (p-value) < 0,05, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata sampel dengan nilai acuan.
- ii. Jika nilai Sig. (p-value) $\geq$ 0,05, maka H_0 diterima, artinya tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Dengan demikian, uji One Sample T-Test digunakan untuk memastikan bahwa hasil belajar siswa tidak hanya meningkat, tetapi juga telah memenuhi kriteria ketuntasan yang ditentukan.

2) *One Paired Sample T-Test*

Uji t berpasangan digunakan untuk mengetahui perbedaan signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest* siswa sebelum dan sesudah menggunakan trainer. Kriteria pengambilan keputusan adalah sebagai berikut.

- i. Jika Sig. (2-tailed) < 0,05, maka H_0 ditolak $\rightarrow$ terdapat peningkatan signifikan kompetensi teknis siswa.
- ii. Jika Sig. (2-tailed) $\geq$ 0,05, maka H_0 diterima $\rightarrow$ tidak terdapat peningkatan signifikan. Dengan demikian, jika hasil uji menunjukkan Sig. (2-tailed) < 0,05, maka hipotesis H_1 diterima, artinya penggunaan media trainer instalasi penerangan otomatis menggunakan sensor cahaya dan sensor gerak secara signifikan meningkatkan kompetensi teknis siswa SMK Tamansiswa Mojokerto.

c. Uji N-Gain

Interpretasi hasil uji kelayakan disajikan pada tabel berikut:

Tabel 3. Kategori Hasil Uji N-Gain

No.	Nilai N-Gain	Kategori
1.	$g \geq 0.7$	Tinggi
2.	$0.3 \leq g < 0.7$	Sedang
3.	$g < 0.3$	Rendah

(Sumber : Hake, 1999; Sugiyono, 2019)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Produk Hasil Penelitian

Penelitian dan pengembangan ini menghasilkan produk berupa media pembelajaran trainer kit berbasis sensor cahaya (*photocell*) dan gerak (*Passive Infrared/PIR*) yang dilengkapi dengan modul ajar.

a. Trainer

Secara fisik, trainer berbentuk box koper yang mudah dipindahkan dan digunakan di laboratorium maupun di kelas. Trainer terdiri dari panel atas yang menampilkan diagram rangkaian sebagai petunjuk penggunaan dan panel bawah yang berisi komponen praktik.



Gambar 2. Trainer Kit Berbasis Sensor cahaya dan Sensor Gerak

b. Modul Ajar

Modul ajar disusun untuk membantu peserta didik memahami konsep dan prinsip kerja trainer instalasi penerangan otomatis menggunakan sensor cahaya (photocell) dan sensor gerak (Passive Infrared/PIR). Modul dikembangkan menggunakan pendekatan Project Based Learning (PjBL) yang menekankan pembelajaran berbasis proyek melalui kegiatan praktik, seperti mengidentifikasi komponen instalasi, membaca wiring diagram, merakit rangkaian, serta melakukan pengujian sistem penerangan otomatis.



Gambar 3. Modul Ajar

2. Hasil Uji Kelayakan Produk

Berdasarkan rekapitulasi skor hasil validasi ahli media dan ahli materi menghasilkan nilai sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Validasi Ahli Media dan Ahli Materi

Validator	Persentase (%)	Kategori
1 Ahli Media	96,89%	Sangat Layak
2 Ahli Materi	96,89%	Sangat Layak

Hasil tersebut menunjukkan bahwa trainer dan modul yang dikembangkan memenuhi kriteria kelayakan serta dapat digunakan sebagai media pembelajaran praktik instalasi penerangan otomatis.

3. Uji Kepraktisan Produk (Respon Siswa)

Berdasarkan rekapitulasi skor hasil respon siswa menghasilkan nilai sebagai berikut:

$$\frac{1414,66}{15} \times 100 \% = 94,31 \%$$

Berdasarkan hasil di atas didapatkan nilai sebesar 94,31% yang berarti masuk dalam kategori sangat praktis digunakan sebagai media pembelajaran.

4. Uji Peningkatan Kompetensi Teknis Siswa

a. Ranah Kognitif (*Pre Test* dan *Post Test*)

Tabel 5. Uji Normalitas Ranah Kognitif

Hasil Belajar	Statistic	df	Sig.
Pre Test	.964	30	.395
Post Test	.946	30	.135

Berdasarkan hasil uji normalitas dengan metode Shapiro-Wilk, hasil tersebut menunjukkan seluruh nilai signifikansi pada kedua metode lebih besar dari 0,05 (Sig. > 0,05), maka dapat disimpulkan bahwa data *Pre Test* dan *Post Test* berdistribusi normal.

Tabel 6. Uji One Paired Sample T-Test Ranah Kognitif

Nilai Rata-Rata	Standar Deviasi	t	Df	Sig. (2-tailed)
-46.66667	13.28295	19.243	29	.001

Berdasarkan hasil uji tersebut diketahui nilai uji T untuk ranah kognitif memperoleh nilai sebesar 0.001. Hasil tersebut menunjukkan bahwa Sig. (2-tailed) < 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa proses pembelajaran menggunakan trainer \ berpengaruh signifikan terhadap peningkatan hasil belajar ranah kognitif siswa.

Perhitungan *N-Gain* dilakukan dengan menggunakan rumus di bawah ini :

$$N - Gain = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{maks.} - S_{pre}}$$

Hasil perhitungan dapat dilihat dibawah ini.

$$N - Gain = \frac{87,50 - 40,83}{100 - 40,83} = 0,79$$

Berdasarkan perhitungan dari 30 sampel, diperoleh nilai *N-Gain* sebesar 0,79. Nilai ini berada pada interval $n \geq 0,70$ yang termasuk dalam kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi adanya peningkatan hasil belajar ranah kognitif yang sangat signifikan antara sebelum dan juga sesudah proses pembelajaran menggunakan media yang dikembangkan berupa trainer kit berbasis sensor cahaya dan gerak.

b. Ranah Psikomotorik (Penilaian Praktik)

Tabel 7. Uji Normalitas Ranah Psikomotorik

Hasil Belajar	Statistic	df	Sig.
Penilaian Praktik	.938	30	

Berdasarkan hasil uji normalitas dengan menggunakan metode *Shapiro-Wilk*, hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 (Sig. > 0,05), maka dapat disimpulkan bahwa data penilaian praktik berdistribusi normal.

Tabel 8. Hasil Uji One Sample T-Test Ranah Psikomotorik

	Mean	t	df	Sig. (2-tailed)
KKTP Difference				
75	12,46667	9,471	29	0,001

Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan trainer efektif dalam meningkatkan keterampilan praktik siswa. Hal ini juga menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan trainer instalasi penerangan otomatis menggunakan sensor cahaya dan sensor gerak efektif dalam meningkatkan hasil belajar ranah psikomotorik siswa.

c. Ranah Afektif (Penilaian Sikap)

Tabel 9. Hasil Uji Normalitas Ranah Afektif

Hasil Belajar	Statistic	df	Sig.
Penilaian Sikap	.940	30	.090

Nilai signifikansi sebesar 0,090 (>0,05) menunjukkan bahwa data berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan uji one sample t-test.

Tabel 10. Hasil Uji One Sample T-Test Ranah Afektif

	Mean	t	df	Sig. (2-tailed)
KKTP Difference				
75	11,63333	9,985	29	0,001

Tabel tersebut menunjukkan bahwa rata-rata nilai sikap siswa telah melampaui KKTP 75 dan Hal ini juga menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan media trainer instalasi penerangan otomatis menggunakan sensor cahaya dan sensor gerak efektif meningkatkan hasil belajar ranah afektif siswa.

KESIMPULAN

Berdasarkan Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa trainer kit berbasis sensor cahaya dan gerak yang dikembangkan dinyatakan valid, praktis, dan efektif digunakan pada pembelajaran instalasi penerangan listrik. Trainer memperoleh kategori sangat layak berdasarkan validasi ahli media dan ahli materi. Respon siswa menunjukkan bahwa media sangat praktis

dan menarik digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Selain itu, penggunaan trainer terbukti mampu meningkatkan kompetensi teknis siswa pada ranah kognitif, psikomotorik, dan afektif.

SARAN

Berdasarkan hasil pengembangan, diajukan beberapa saran: (1) trainer kit berbasis sensor cahaya (photocell) dan sensor gerak (Passive Infrared/PIR) diharapkan dapat diterapkan dan dimanfaatkan secara optimal dalam pembelajaran Instalasi Penerangan Listrik di SMK, khususnya untuk meningkatkan kompetensi teknis siswa pada aspek kognitif, psikomotorik, dan afektif; (2) pengembangan selanjutnya diharapkan menambahkan fitur yang lebih lengkap, seperti integrasi sistem Internet of Things (IoT), monitoring dan pengendalian jarak jauh, serta penggunaan mikrokontroler yang lebih modern sehingga media pembelajaran semakin relevan dengan kebutuhan industri; (3) penelitian selanjutnya dapat mengembangkan trainer pada materi instalasi listrik lainnya atau menerapkan teknologi otomatisasi yang lebih kompleks guna meningkatkan variasi pembelajaran praktik; serta (4) implementasi dan pengujian produk dapat diperluas pada sekolah dan jumlah sampel yang lebih beragam untuk memperoleh gambaran efektivitas media yang lebih luas dan komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulloh, M. R., Achmad, F., Kholis, N., & Zuhrie, M. S. (2025). Pengembangan Trainer Penerangan Jalan Umum (PJU) Solar Cell Sebagai Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Hasil Belajar Pada Mata Pelajaran Instalasi Penerangan Listrik Kelas XI TITL di SMK Ma'arif Driyorejo. In *ejournal.unesa.ac.id*. 14(1), 1-5. <https://doi.org/0.26740/jpte.v14n01.p1-5>
- Afif Afandi, A., Mardji, M., & Wibawanto, S. (2017). Pembelajaran Berbantu Komputer pada Mata Pelajaran Sensor dan Akuator untuk Meningkatkan Pengetahuan dan Keterampilan Siswa SMK Kelas XI Teknik Elektronika Industri. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 2(2), 206–211. <https://doi.org/10.17977/jp.v2i2.8523>
- Cahyani, Y. E., Achmad, F., Kholis, N., & Zuhrie, M.S. (2024). Pengembangan Modul Trainer Instalasi Penerangan Jalan Umum (PJU) Solar Cell pada Mata Pelajaran Instalasi Penerangan Listrik Kelas XI TITL di SMK Negeri 1 Madiun. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro* 13 (3), 247-253. <https://doi.org/10.26740/jpte.v13n03.p247-253>
- Diarta, G. M. (2025). *Penerapan Model PJBL Berbantuan Alat Instalasi Listrik Berbasis Automatic Smart Control Building untuk Meningkatkan Hasil Belajar Komponn Dasar Instalasi Penerangan Listrik Siswa SMK N 3 Singaraja*. (Skripsi sarjana, Universitas Pendidikan Ganesha). Repository Undiksha. <https://repo.undiksha.ac.id/22653/>
- Farza, M. S. (2022). *Perancangan Trainer Kendali Motor Listrik Berbasis PLC Pada Mata Kuliah Praktikum Pengendalian Mesin Listrik*. (Skripsi sarjana, UIN Ar-Raniry Banda Aceh). Repository.ar-raniry.ac.id. <https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/25018>
- Hasannuddin, T., Hanafi, H., & Fahmi, F. (2025). Pelatihan Dan Pembuatan Modul Pembelajaran Penerangan Jalan Umum (PJU) Pembangkit Listrik Tenaga Surya Bagi Siswa SMK Negeri 5 Lhokseumawe. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 8(1), 124 Halaman. <https://doi.org/2598-3954>
- Rohili, M. (2023). Sistem Kontrol Pencahayaan Untuk Lampu Jalan Tabung Siang Berbasis IOT. *Jurnal Portal Data*, 2(2), 1-11. <https://doi.org/http://portaldata.org/index.php/portaldata69ta/article/view/175>

- Saputra, R. (2023). *Rancang Bangun Alat Peraga Instalasi Penerangan Otomatis Menggunakan Sensor Photocell dan Sensor Gerak Pada Mata Pelajaran Instalasi Penerangan di SMKN 2 Sinabang*. (Tesis Sarjana, UIN Ar-Raniry Banda Aceh) [repository.ar-raniry.ac.id]. <https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/34928/>
- Sugiyono. (2020). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D* (2nd ed). CV Alfabeta. ISBN: 978-602-289-533-6.
- Waluyo, B. D., Lubis, A. A., Astrid, E., Sinaga, N., & Purba, S. (2024). Penguatan kompetensi guru teknik elektronika industri melalui pelatihan mikrokontroler dan IoT berbasis Kurikulum Merdeka di SMKN 1 Bandar Masilam. *Seminar Pengabdian Kepada Masyarakat, LPMM Universitas Negeri Medan* (12 Desember 2024), <https://digilib.unimed.ac.id/id/eprint/62004/Medan>.