

PENGEMBANGAN *E-MODUL* PEMBELAJARAN BERBASIS *VIRTUAL LABORATORY PLATFORM* TINKERCAD UNTUK PEMBELAJARAN TEKNIK LISTRIK DAN ELEKTRONIKA

Arista Riski Munandar¹, Muhammad Kholil¹, Ridho Nurhuda¹

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Sebelas Maret Surakarta

Corresponding e-mail: riskimunandar@student.uns.ac.id

ABSTRAK

This study aims to produce a learning e-module for Basic Electronic Engineering Virtual Laboratory Tinkercad in the Electrical and Electronic Engineering course of the Mechanical Engineering Education Study Program, FKIP UNS. In this course, students not only need to understand conceptual and theoretical knowledge but also need an understanding of practical skills. This research was conducted as a solution to overcome the problems faced and in accordance with student needs. The developed e-module not only contains the main material but also contains a guide for conducting technology-based circuit simulation activities that can support the understanding of electrical circuit simulation practices without having to use real components. In addition, this study aims to determine the level of feasibility and practicality of the resulting e-module. This research is a type of research and development (R&D). The module development procedure adapts the Four-D model limited to only 3 stages, namely, 1) Define, 2) Design, 3) Development. The research involved material experts, media experts, and linguists to assess the feasibility of the module. Students were also involved to get responses from students about the practicality of the module. The data collection technique used a questionnaire that was analyzed using descriptive statistics. The study produced an e-module of Basic Electronic Engineering Virtual Laboratory Tinkercad which contains the title, topic, learning objectives, main material, circuit simulation activities, practice questions and answer keys, and bibliography. The e-module feasibility level from the assessment of learning media experts obtained a feasibility percentage of 94.4%, material experts 87.2%, and language experts 84.2% so that overall the expert validation results were included in the very feasible category. Then the percentage of practicality level based on the trial score obtained by 77 PTM students of Class of 2026 obtained a score of 81% included in the practical category.

Keywords: *e-module, electrical and electronics engineering, feasibility, Tinkercad, practicality.*

PENDAHULUAN

Dalam mencapai tujuan Pembangunan Nasional Indonesia dimulai dari menciptakan sumber daya manusia (SDM) yang terampil, kompeten, dan berkualitas. Salah satu aspek yang berperan yaitu aspek pendidikan. Untuk menciptakan SDM tersebut dapat dicapai melalui pendidikan. Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin canggih, tentunya dapat dimanfaatkan dalam dunia pendidikan untuk menciptakan media belajar yang lebih menarik sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai secara optimal. Di era sekarang, pendidikan telah bertransformasi menjadi kebutuhan mendasar bagi setiap individu. Sektor ini memegang peran penting dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia yang ada. (Sadriani & dkk, 2023). Selain itu, pendidikan juga menjadi hal utama untuk membangun atau menciptakan peradaban bangsa dan juga untuk mendorong masyarakat untuk mempertahankan nilai-nilai kehidupannya (Fitriah & dkk, 2019). Berdasarkan penjelasan di atas, sektor pendidikan memegang peran krusial sebagai wadah utama dalam mencetak individu yang cakap dan kompeten. Kualitas sumber daya manusia yang dihasilkan melalui pendidikan diharapkan mampu beradaptasi terhadap kemajuan teknologi serta meningkatkan kemampuan bersaing dalam lingkungan global yang semakin maju.

Teknologi yaitu seperangkat sistem yang diciptakan oleh manusia untuk dimanfaatkan sebagai sarana dalam menambah wawasan, kemampuan, mempermudah suatu aktivitas dan menciptakan kemudahan di berbagai keperluan (Zabir, 2018). Mengingat saat ini teknologi berkembang sangat pesat dan berpengaruh besar terhadap kehidupan sehari-hari. Pada era remaja *Milenial* teknologi berkembang sehingga menimbulkan dampak berupa meningkatnya kinerja, mempercepat dan mempermudah dalam melakukan berbagai kegiatan seperti dalam dunia pendidikan (Putri & dkk, 2022). Sejalan dengan pernyataan diatas menurut pendapat yang di kemukakan oleh (Suminar, 2019) yang menyatakan bahwa salah satu pemanfaatan teknologi atau peralatan canggih yaitu pada bidang pendidikan berupa teknologi pendidikan yang memberikan manfaat

lebih akan tetapi juga perlu pengawawasan diri berupa menggunakan teknologi secara benar. Dengan adanya perkembangan teknologi yang pesat bisa dimanfaatkan untuk mengatasi dan mempermudah akses pendidikan atau biasa disebut dengan teknologi pendidikan.

Pengertian teknologi pendidikan menurut (Achyanadia, 2016) yaitu sebuah bidang kajian yang memiliki peran untuk menyelesaikan suatu permasalahan pendidikan dan pembelajaran dengan mencari solusi yang terstruktur dan menyeluruh. Teknologi pendidikan adalah penerapan prosedur yang terorganisasi dalam pengelolaan pembelajaran. Proses ini berkaitan dengan penggunaan sumber daya, baik teknis maupun manusia, yang saling berinteraksi untuk mendukung tercapainya hasil pendidikan yang lebih optimal. (Kamus Besar Bahasa Indonesia, 2016). Salah satu cara dalam pemanfaatan teknologi untuk pendidikan yaitu mengintegrasikan perangkat digital ke dalam proses belajar-mengajar, atau yang secara umum dikenal sebagai *e-learning*. (Fatwa, 2020). Hal ini berarti teknologi pendidikan lebih efektif untuk mencari solusi penyelesaian permasalahan pembelajaran, Langkah yang dapat diambil berupa pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran dikelas untuk mengoptimalkan proses belajar mengajar.

Pengertian media pembelajaran menurut (Hasan & dkk, 2021) yaitu Media pembelajaran adalah suatu media atau fasilitas pendukung berisi informasi ataupun tahapan-tahapan berkaitan dengan pembelajaran sehingga dapat bermanfaat untuk meningkatkan pemahaman. Media pembelajaran merupakan fasilitas yang digunakan untuk menyampaikan pesan tertentu terkait dengan tujuan dari sebuah pembelajaran. Sarana yang mendukung pembelajaran ada berbagai bentuk, menurut pendapat (Ritonga, 2022) yang menyatakan bahwa ada dua kelompok media pembelajaran atau bahan ajar yaitu berupa *soft file* dan *hard file*. Bahan ajar *hard file* contohnya yaitu modul, buku, jobsheet atau lembar kerja, sedangkan untuk contoh bahan ajar *soft file* antara lain yaitu *e-modul* dan file pdf.

Salah satu bentuk media pembelajaran adalah modul ajar. Modul ajar ialah fasilitas pembelajaran yang dibuat untuk menyampaikan informasi tertentu berkaitan dengan pembelajaran sehingga dapat mencapai tujuan pembelajaran

secara optimal. Sejalan dengan uraian sebelumnya bahwa standar kompetensi yang telah ditetapkan dalam dunia pendidikan salah satunya dicapai melalui penerapan modul ajar. Perangkat belajar ini disusun secara sistematis dengan mengacu pada kurikulum yang berlaku. (Salsabilla & dkk, 2023). Penelitian sebelumnya tentang pengembangan modul ajar ataupun *e-modul* memberikan respon positif. Penggunaan *e-modul* dinilai mampu meningkatkan daya tarik dan antusiasme belajar siswa dibandingkan dengan penggunaan modul cetak konvensional yang selama ini diterapkan dalam proses pembelajaran (Erdi & Padwa, 2021).

Pemikiran serupa juga dikemukakan oleh Praman dkk. (2020) Pemanfaatan *e-modul* dapat menjadi opsi strategis dalam mengoptimalkan pemahaman peserta didik, sehingga dapat meningkatkan kualitas pembelajarannya. Berdasarkan pernyataan (Krisyo & dkk, 2024) Yang menyatakan bahwa modul pembelajaran berbasis Tinkercad dapat dibuat, layak digunakan dan mendapatkan respon yang baik dari mahasiswa program studi pendidikan teknik elektro, Universitas Pendidikan Ganesha pada mata kuliah Aplikasi Mikrokontroler. Pernyataan serupa juga dikemukakan oleh (Juanda, 2020) bahwa *Tinkercad software application has good support and good contribution as a choice to overcome electronic skill competency need in limited COVID-19 teaching-learning circumstance in vocational education*. Tinkercad merupakan salah satu *software* komputer yang berbasis web untuk desain 3D, elektronik dan pemrograman tidak hanya itu *software* ini bisa digunakan untuk mensimulasikan hasil desain yang dibuat untuk memastikan kinerja dari desain yang dibuat.

Pendidikan Teknik Mesin adalah program studi yang ada di Universitas Sebelas Maret. Pendidikan Teknik Mesin (PTM) adalah salah satu prodi di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan UNS dengan akreditasi A. PTM sendiri bertempat di kampus cabang UNS yang beralamatkan di Pabelan tepatnya di timur Rumah Sakit UNS. Pada program studi Pendidikan Teknik Mesin, mahasiswa harus menyelesaikan mata kuliah yang ada agar lulus dari PTM UNS, salah satunya yaitu mata kuliah Teknik Listrik dan Elektronika.

Selama ini mahasiswa belajar menggunakan buku teks dan *file* pdf yang berisi materi bahasan sehingga mahasiswa hanya mendapatkan teori terkait bahasan tersebut sehingga tujuan pembelajaran sulit untuk tercapai. Pernyataan ini didukung dengan hasil kuisioner dari 50 responden didapat informasi bahwa mahasiswa sangat membutuhkan modul pembelajaran yang lebih interaktif dan berbasis teknologi, modul pembelajaran yang tersedia saat ini kurang mendukung pemahaman praktik secara mandiri, mahasiswa mengharapkan adanya modul elektronika dasar yang berisi panduan praktik melalui laboratorium virtual. Selain itu, di PTM belum ada yang melakukan penelitian tentang e-modul pembelajaran berbasis Tinkercad terutama pada mata kuliah teknik listrik dan elektronika. Berdasarkan hasil observasi, tinjauan di lapangan, dan angket kebutuhan mahasiswa dapat disimpulkan bahwa proses pembelajaran mata kuliah Teknik Listrik dan Elektronika masih menggunakan materi dari buku yang di tuangkan dalam bentuk PPT (*PowerPoint Presentation*) sebagai bahan ajar di kelas serta belum adanya modul pembelajaran yang interkatif, mendukung pemahaman praktik secara mandiri, berisi panduan praktik melalui laboratorium virtual, serta berbasis teknologi. Selain itu, kegiatan praktikum dikelas masih menggunakan alat peraga yang jumlahnya juga masih minim sehingga kurang efektif untuk mencapai tujuan pembelajarannya. Disisi lain karena keterbatasan alat peraga praktikum juga menjadikan suasana kelas yang sulit untuk di kondisikan.

METODE

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan atau R&D (*Research and Development*) menggunakan model 4D (Pendefinisian, Perancangan, Pengembangan, dan Penyebaran). Dalam penelitian ini tahapan penyebaran tidak dilakukan karena keterbatasan peneliti. Pada tahapan pengembangan peneliti membatasi hingga tahapan validasi ahli dan uji coba respon pengguna. *E-modul* yang dikembangkan akan diberikan kepada ahli untuk mengukur kelayakan *e-modul* serta mengumpulkan informasi untuk perbaikan *e-modul*. Proses penilaian dilakukan oleh ahli yang kompeten pada bidang media pembelajaran, materi,

serta bahasa dengan menggunakan angket validasi ahli yang telah disediakan. Setelah proses validasi ahli selesai, *e-modul* akan di berikan kepada pengguna untuk dilakukan uji coba pengguna serta mengukur tingkat kepraktisan *e-modul* melalui angket yang diisi oleh pengguna. Angket validasi ahli dan tingkat kepraktisan menggunakan skala likert 1-5 pada tiap pernyataan. Hasil angket akan dilakukan perhitungan rerata perolehan skor dan presentase. Setelah mendapatkan presentase kelayakan akan dilakukan pengkategorian berdasarkan tabel kategorisasi tingkat kelayakan dan kepraktisan. Berikut ini rumus presentase kelayakan, dan tabel kategorisasi:

$$p = \frac{f}{n} \times 100\%$$

Keterangan:

p = Nilai presentase kelayakan tiap indikator

f = Perolehan rerata skor

n = Skor maksimum

sumber: (Afriyanti & dkk, 2018).

Tabel 1. Kategorisasi Tingkat Kelayakan

Presentase kelayakan	Kriteria
0 – 20 %	Sangat Kurang Layak
20,01 % - 40 %	Kurang Layak
40,01 % - 60 %	Cukup Layak
60,01 % - 80 %	Layak
80,01 % - 100 %	Sangat Layak

Tabel 2. Kategorisasi Tingkat Kepraktisan

Tabel 3. Kategorisasi Hasil Kuisisioner

Skor	Kategori
$Skor \leq 1,75$	Sangat Rendah
$1,75 < Skor \leq 2,50$	Rendah
$2,50 < Skor \leq 3,25$	Tinggi
$Skor > 3,25$	Sangat Tinggi
$Skor \leq 1,75$	Sangat Rendah
76-85 %	Praktis
60-75%	Cukup Praktis
55-59%	Kurang Praktis
00-54%	Tidak Praktis

HASIL DAN PEMBAHASAN

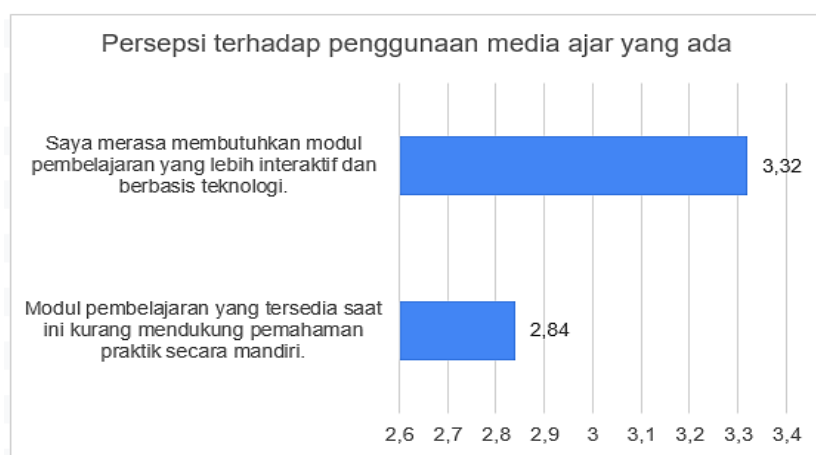
Penelitian pengembangan dengan judul “Pengembangan *E-modul* Pembelajaran Berbasis *Virtual Laboratory* Platform Tinkercad untuk Pembelajaran Teknik Listrik dan Elektronika”. *E-modul* pembelajaran ini dikembangkan dengan menggunakan model 4D yang terdiri dari empat tahapan yaitu tahapan *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Tahapan penyebaran dalam penelitian ini tidak dilakukan karena keterbatasan peneliti terkait waktu dan biaya. Hasil dan pembahasan dari tahapan-tahapan tersebut antara lain sebagai berikut:

1. Define

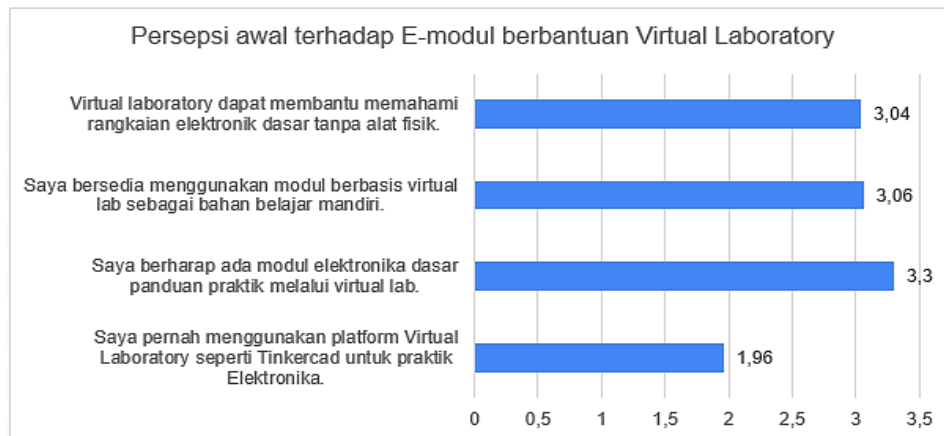
Tahap define (pendefinisian) dilakukan dengan observasi pembelajaran dikelas serta menyebarkan angket kebutuhan kepada mahasiswa. Berdasarkan hasil observasi menunjukan bahwa proses pembelajaran dikelas

menggunakan metode ceramah dengan sumber belajar dari Powerpoint (PPT), file PDF, buku cetak serta prototype sehingga kurang menarik dan mahasiswa harus mencari sendiri sumber belajar lain yang relevan sehingga terjadi perbedaan materi dari sumber satu dengan sumber yang lain dan menimbulkan kebingungan. Selain itu, keterbatasan fasilitas praktikum juga menjadi kendala bagi mahasiswa untuk melaksanakan praktikum, mereka harus membeli perlengkapan praktik dengan uang mereka sendiri sehingga pembelajaran tidak praktis dan efisien. Proses pembelajaran demikian menunjukkan perlunya media pembelajaran yang dapat membantu mahasiswa memahami materi secara mandiri meskipun fasilitas yang tersedia tidak memadai.

Gambar 1. Persepsi Terhadap Penggunaan Media Ajar Yang Ada.



Gambar 2. Persepsi Awal Terhadap *E-modul* Berbantuan *Virtual Laboratory*



Berdasarkan Gambar 1 tentang persepsi mahasiswa terhadap penggunaan media ajar yang ada dapat diketahui bahwa kebutuhan modul pembelajaran yang lebih interaktif dan berbasis teknologi memperoleh skor 3,32, dimana perolehan skor tersebut termasuk kedalam kategori sangat tinggi sehingga dapat disimpulkan bahwa mahasiswa sangat membutuhkan modul pembelajaran yang lebih interaktif dan berbasis teknologi. Selain itu, persepsi mereka tentang modul pembelajaran yang tersedia saat ini kurang mendukung pemahaman praktik secara mandiri memperoleh skor 2,84 dimana skor tersebut masuk kedalam kategori tinggi sehingga memerlukan solusi untuk permasalahan mahasiswa tersebut.

Gambar 2 memberikan informasi tentang persepsi awal mahasiswa terhadap *e-modul* berbantuan *Virtual laboratory* bahwa VL dapat membantu memahami rangkaian elektronika dasar tanpa alat fisik memperoleh skor 3,04 (Kategori Tinggi), kebersediaan untuk menggunakan modul berbasis VL sebagai bahan belajar memperoleh skor 3,06 (Kategori Tinggi), harapan mereka tentang keberadaan modul elektronika dasar panduan praktik melalui VL memperoleh skor 3,3 (Kategori Sangat Tinggi), dan pengalaman mereka dalam menggunakan platform VL seperti tinkercad masih rendah ditunjukkan dengan perolehan skor 1,96.

Berdasarkan Hasil tersebut pengembangan *e-modul* pembelajaran berbasis *virtual laboratory* platform tinkercad untuk pembelajaran Teknik listrik dan elektronika bisa menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan yang ada didukung pernyataan (Tania, 2017) yang menyatakan bahwa dengan adanya modul elektronik dapat mempermudah pengguna dalam belajar dengan tidak banyak biaya. Pernyataan pendukung juga disampaikan oleh (Najuah & dkk, 2020) bahwa penggunaan modul dalam proses pembelajaran dimaksudkan agar tujuan pendidikan dapat dicapai secara efektif dan efisien selain itu, penyajian bahan ajar dalam bentuk elektronik menjadikannya lebih menarik dan memberikan kemudahan bagi pengguna. Dengan dukungan dari pernyataan tersebut, maka pengembangan *e-modul* yang dilakukan dapat menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan dan memenuhi kebutuhan mahasiswa dalam pembelajaran Teknik listrik dan elektronika.

2. Design

Tahap design (perancangan) merupakan langkah awal yang dilakukan untuk merancang desain *e-modul* yang dikembangkan. Pada tahap ini peneliti membuat rancangan awal *e-modul* Teknik elektronika dasar *virtual laboratory* tinkercad mulai dari rancangan isi materi, tujuan pembelajaran, serta alat dan bahan yang digunakan. Materi dalam *e-modul* disusun dari sumber-sumber yang relevan sesuai dengan RPS mata kuliah Teknik listrik dan elektronika. Materi disusun menggunakan google docs dan Microsoft office word. Media yang digunakan dalam *e-modul* berupa gambar agar lebih menarik dan penggunaan platform tinkercad sebagai platform pendukung basis teknolog iuntuk mengatasi keterbatasan fasilitas yang dihadapi. Pernyataan tersebut didukung oleh (Lestari & dkk, 2023) yang menyatakan bahwa salah satu solusi untuk mengatasi kendala pelaksanaan praktikum di sekolah adalah menggunakan media pembelajaran berbasis laboratorium virtual. Platform tinkercad digunakan untuk menjalankan kegiatan simulasi rangkaian kelistrikan yang ada pada pokok bahasan.

Pemilihan format pembelajaran yang dimuat dalam *e-modul* menggunakan format pembelajaran selfinstructional. Selain berisi materi, *e-modul* juga berisi prosedur untuk melakukan simulasi menggunakan tinkercad mulai dari menambahkan komponen hingga menjalankan simulasi rangkaian yang telah dibuat pada platform *virtual laboratory*. media *virtual lab* bukan lah pengganti praktikum riil, tetapi lebih tepatnya membantu proses pembelajaran dari setiap percobaan yang sama baiknya dengan praktikum secara nyata (Sanova, 2017). Berikutnya, menentukan desain *e-modul* mulia dari desain sampul, pokok bahasan, tujuan pembelajaran, pokok materi, kegiatan simulasi rangkaian, soal latihan, kunci jawaban, serta kepustakaan. Desain sampul *e-modul* dibuat dengan aplikasi canva dengan pemilihan warna hijau kombinasi putih dengan warna huruf hitam dan putih serta tambahan gambar komponen kelistrikan menjadikan tampilan sampul menarik.

Pemilihan jenis huruf Arial dengan ukuran 12 karena bentuknya yang sederhana dan jelas sehingga mudah untuk dibaca kemudian font yang dipilih berdasarkan patokan ukuran yang biasa dipakai dalam buku maupun catatan lain. Soal latihan yang disediakan dalam *e-modul* dilengkapi dengan kunci jawaban yang dapat diakses melalui QRcode yang tersedia untuk dijadikan patokan untuk menentukan apakah jawaban dari soal yang dikerjakan sudah sesuai atau tidak. Pemilihan penggunaan QRcode ini bertujuan untuk mempermudah pengguna saat mengakses kunci jawaban tanpa harus menyalin link terlebih dahulu.

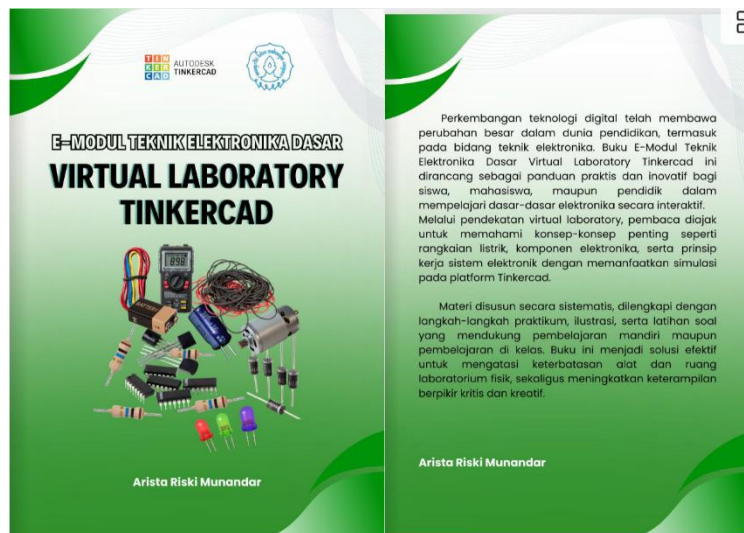
Selain merancang *e-modul*, peneliti juga menyusun instrumen penelitian yang digunakan untuk validasi ahli materi, media pembelajaran, dan bahasa yang digunakan dalam *e-modul*, serta respon pengguna. Instrumen yang disusun berupa angket dengan menggunakan skala likert lima skor pada masing-masing pernyataanya. Skor 1 (tidak baik), skor 2 (kurang baik), skor 3 (cukup baik), skor 4 (baik), dan skor 5 (sangat baik). Sebelum digunakan,

instrument terlebih dahulu divalidasi secara expert judgement oleh 3 ahli yang kompeten.

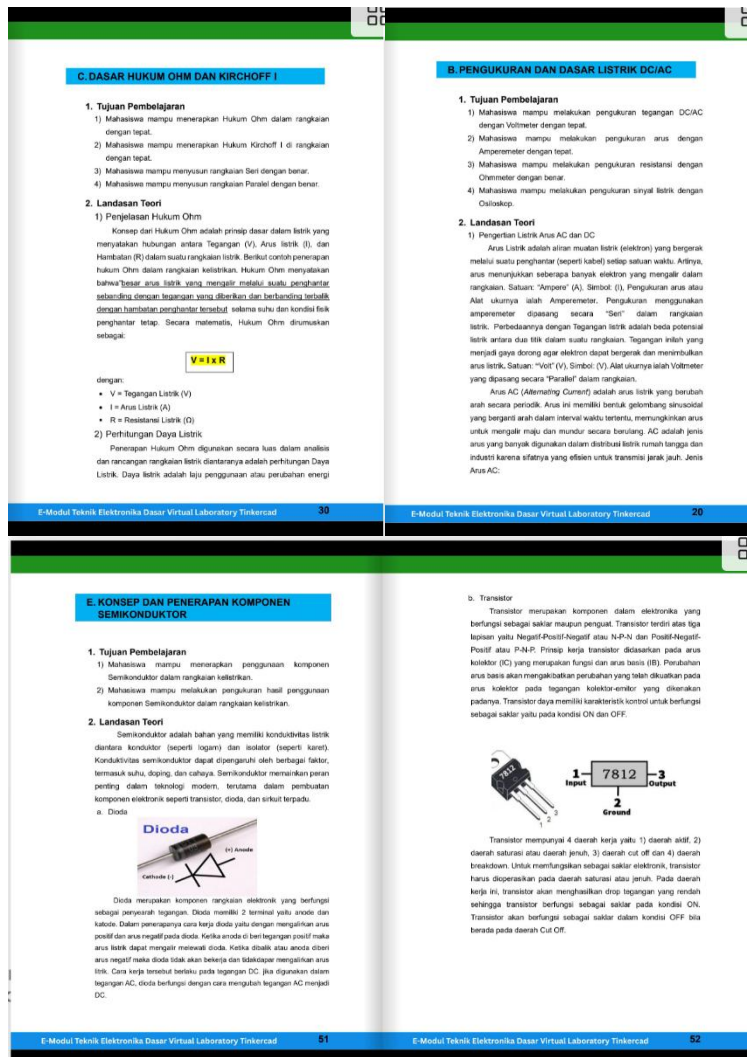
3. Develop

Tahap develop (pengembangan) terbagi menjadi 4 proses yaitu proses penyusunan *e-modul* pembelajaran Teknik elektronika dasar *virtual laboratory*, uji kelayakan oleh ahli, revisi *e-modul* dari ahli, dan respon pengguna *e-modul*. Proses penyusunan *e-modul* menggunakan google docs dan Microsoft office word untuk memasukan seluruh isi konten mulai dari pokok bahasa, tujuan pembelajaran, pokok materi, kegiatan simulasi rangkaian, soal latihan dan kunci jawaban serta kepustakaan. Kegiatan simulasi rangkaian dilakukan dengan laboratorium virtual dengan tinkercad.

Gambar 3. Tampilan Sampul Depan Belakang E-modul

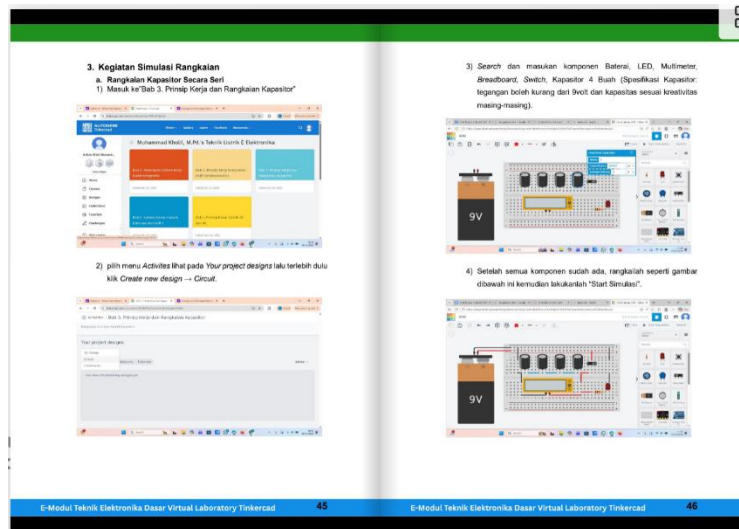


Gambar 4. Tampilan Yang Memuat Tujuan Pembelajaran dan Pokok Materi

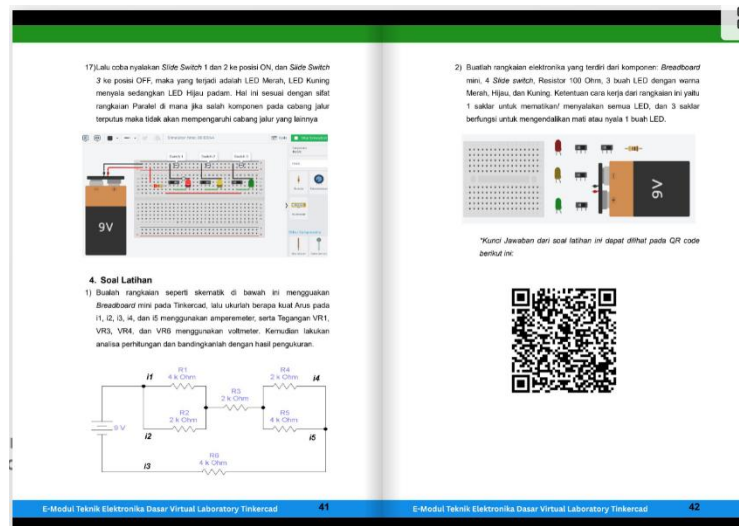


Penggunaan Tinkercad sebagai sarana belajar elektronika dasar terbukti berdampak positif pada penguasaan materi sekaligus kemampuan praktis mahasiswa (Riskawati, Agustini, & Sanusi, 2024). Laboratorium virtual (VL) dinilai sebagai media yang efisien, ekonomis, serta fleksibel untuk memfasilitasi kegiatan praktikum, sekalipun dalam kondisi keterbatasan fasilitas laboratorium riil (Shambare & Simuja, 2024).

Gambar 5. Tampilan Kegiatan Simulasi Rangkaian Tinkercad



Gambar 6. Tampilan Latihan Soal dan QR Code Kunci Jawaban



Halaman judul atau sampul dibuat dengan menggunakan aplikasi canva untuk mendesainnya. Setelah desain *e-modul* selesai kemudian tampilan dirubah menjadi tampilan flipbook dengan bantuan platform *Heyzine Flipbook*. Tampilan flipbook dapat menjadikan *e-modul* menjadi lebih menarik dan mudah untuk digunakan.

Proses selanjutnya yaitu uji kelayakan oleh ahli yang terdiri dari 3 ahli materi, 3 ahli media pembelajaran, dan 3 ahli bahasa. Tujuan dari validasi ini adalah untuk mengukur kesesuaian materi, kebahasaan, serta kualitas media yang dikembangkan. Validasi atau penilaian dari validator bertujuan untuk mengukur tingkat kelayakan *e-modul* yang dibuat (Latifah, Ashari, & Kurniawan, 2020). Menurut (Herawati & Muhtadi, 2018) validasi atau penilaian materi bertujuan untuk mengetahui tingkat keabsahan materi yang dimuat dalam *e-modul*, Validasi ahli media bertujuan untuk memastikan *e-modul* yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan sebagai media pembelajaran yang aplikatif, interaktif, serta memiliki daya tarik bagi mahasiswa (Cahya Amalia Chusna & Maftukah, 2025), dan Validasi bahasa bertujuan untuk mengukur aspek komunikatif, kelugasan, kedialogisan, interaktivitas, dan kesesuaian kaidah agar memperjelas pemahaman pembaca saat mempelajari *e-modul* (Mutiarakhim et al., 2025).

Tabel 4. Hasil Validasi Ahli

Validator	Rerata	Presentase
Ahli media	4,72	94,4%
Ahli Materi	4,36	87,2%
Ahli Bahasa	4,21	84,2%

Berdasarkan hasil validasi atau penilaian yang dilakukan oleh masing-masing ahli, diperoleh skor 87,2% untuk presentase kelayakan dari ahli materi termasuk dalam kategori sangat layak untuk digunakan. berdasarkan penilaian atau validasi oleh ahli media pembelajaran memperoleh skor 94,4% termasuk dalam kategori sangat layak. kemudian untuk hasil yang diperoleh berdasarkan penilaian oleh ahli bahasa adalah 84,2% termasuk dalam kategori sangat layak.

Berdasarkan hasil pengembangan yang dilakukan dan didukung dengan perolehan skor presentase kelayakan dari penilaian ahli materi, ahli media

pembelajaran serta ahli bahasa yang secara keseluruhan masuk dalam kategori sangat layak, sehingga *e-modul* pembelajaran Teknik elektronika dasar *virtual laboratory tinkercad* dapat digunakan untuk media belajar secara mandiri bagi mahasiswa dan dapat digunakan dalam proses pembelajaran Teknik listrik dan elektronika dengan perbaikan sesuai dengan saran serta masukan yang diberikan oleh ahli. Setelah diperbaiki kemudian *e-modul* di berikan kepada mahasiswa yang sedang menjalani perkuliahan Teknik listrik dan elektronika untuk dilakukan ujicoba respon pengguna untuk mengukur tingkat kepraktisan *e-modul* yang dikembangkan. Hasil ini relevan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Mahardhika & Darsono, 2024) bahwa modul setelah dinyatakan layak dan direvisi akan diimplementasikan kepada pengguna. Pendapat sejalan menyebutkan bahwa setelah direvisi berdasarkan masukan ahli, *e-modul* yang dikembangkan ini diujicobakan kepada guru dan siswa untuk mengukur tingkat kepraktisan penggunaannya dalam pembelajaran (Gunamantha, 2021). Tingkat kepraktisan *e-modul* didapat dari angket respon pengguna dimana angket tersebut terdiri atas 4 indikator dengan 19 butir pernyataan. Hasil perhitungan angket respon pengguna menunjukkan tingkat kepraktisan dari *e-modul* yang dibuat (Isnaini et al., 2022). Responden pengguna dalam penelitian ini adalah respon dari mahasiswa. Berdasarkan data yang didapat dari 77 responden diperoleh rerata skor indikator dan rerata keseluruhan penilaian diatas 4,00 dengan demikian dapat diketahui bahwa seluruh indikator memperoleh nilai baik. Kemudian untuk presentase keseluruhan berdasarkan data didapat presentase sebesar 81% dimana jika dikategorikan berdasarkan tabel kategorisasi 3.8 termasuk dalam kategori praktis untuk digunakan sebagai media pembelajaran.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh ahli didapat perolehan skor presentase kelayakan mencapai 94,4% untuk ahli media pembelajaran, presentase kelayakan sebesar 87,2% untuk ahli materi, dan 84,2% presentase kelayakan untuk ahli bahasa. Secara keseluruhan hasil validasi ahli termasuk dalam kategori sangat layak.

Berdasarkan hasil uji kepraktisan yang diperoleh dari respon pengguna didapat skor presentase kepraktisan *e-modul* mencapai 81% termasuk kategori praktis digunakan dalam pembelajaran Teknik listrik dan elektronika.

Saran

Penelitian pengembangan yang dilakukan memiliki keterbatasan yang tidak dapat dihindari peneliti, oleh karena itu terdapat beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. *E-modul* yang telah dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai media dan sumber belajar untuk mendukung proses pembelajaran.
2. Dapat melakukan penelitian lanjutan untuk menguji pengaruh dan efektivitas penggunaan *e-modul* dalam pembelajaran Teknik listrik dan elektronika
3. Dapat dijadikan rujukan untuk penelitian sejenis agar sesuai dengan perkembangan dan pemanfaatan teknologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Achyanadia, S. (2016). PERAN TEKNOLOGI PENDIDIKAN DALAM MENINGKATKAN KUALITAS SDM. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 19. Dipetik 6 18, 2025
- Afriyanti, M., & dkk. (2018). PHYSICS LEARNING MEDIA DEVELOPMENT USING. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 199. Dipetik 06 04, 2026
- Erdi, P. N., & Padwa, T. R. (2021). Penggunaan E-Modul Dengan Sistem Project Based Learning. *JURNAL VOKASI INFO R MATIKA*, 27. Dipetik 9 4, 2025
- Fatwa, A. (2020, 8 4). Pemanfaatan Teknologi Pendidikan Di EraNew Normal. *Indonesian Journal of Instructional Technology*, 29. Dipetik 6 18, 2025, dari <http://journal.kurasinstitute.com/index.php/ijit>

- Fitriah, D., & dkk. (2019). KESIAPAN GURU DALAM MENGHADAPI TANTANGAN. *Universitas PGRI Palembang* (hal. 148). Palembang: Universitas PGRI Palembang. Dipetik 06 18, 2025, dari <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/Prosidingpps/article/view/2982>
- Hasan, M., & dkk. (2021). *MEDIA PEMBELAJARAN*. Klaten: CV Tahta Media Group. Dipetik 6 19, 2025
- Herawati, N. S., & Muhtadi, A. (2018). PENGEMBANGAN MODUL ELEKTRONIK (E-MODUL) INTERAKTIF PADA MATA PELAJARAN KIMIA KELAS XI SMA. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 187. doi:DOI: <http://dx.doi.org/10.21831/jitp.v5i2.15424>
- Juanda, E. d. (2020). Tinkercad Application Software to Optimize Teaching and Learning Process in Electronics and Microprocessors Subject. *UPI International Conference* (hal. 127). Bandung: atlantis-press.com. Dipetik 6 20, 2025
- Krisyo, G., & dkk. (2024). PENGEMBANGAN MODUL PEMBELAJARAN. *jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 408. Dipetik 6 20, 2025
- Latifah, N., Ashari, & Kurniawan, E. S. (2020). Pengembangan e-Modul Fisika Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 3. Diambil kembali dari <http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/jips>
- Lestari, & dkk. (2023). Review: Laboratorium Virtual untuk Pembelajaran Kimia di Era Digital. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 2. doi:<https://doi.org/10.34312/jjec.v5i1.15008>
- Mahardhika, S. R., & Darsono, T. (2024). Pengembangan Modul Praktikum Interferensi Gelombang Bunyi Berbantuan Visual Analyser. *Unnes Physics Education Journal*, 11. Diambil kembali dari <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej>
- Najuah, & dkk. (2020). *Modul Elektronik: Prosedur Penyusunan dan Aplikasinya*. Medan: Yayasan Kita Menulis. Dipetik 06 09, 2026
- Pramana, W. M., & dkk. (2020). Meningkatkan Hasil Belajar Biologi Melalui E-Modul Berbasis Problem Based Learning. *Jurnal EDUTECH Universitas Pendidikan Ganesha*, 19. Dipetik 9 4, 2025, dari <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JEU>
- Putri, M., & dkk. (2022). Pengaruh Teknologi Terhadap Perkembangan Islam di Era Remaja Milenial. *Jurnal Informatikadan Teknologi Pendidikan*, 54. doi: <https://doi.org/10.25008/jitp.v2i2.37>

- Riskawati, Agustini, & Sanusi. (2024). Pengaruh Tinkercad sebagai Media Pembelajaran Elektronika Dasar melalui Proyek Digital measuring device. *JURNAL PENDIDIKAN FISIKA UNDIKSHA*, 538. doi:<https://doi.org/10.23887/jjpf.v14i3.87280>
- Ritonga, A. (2022). Pengembangan Bahan Ajaran Media. *jurnal Multi Disiplin Dehasen*, 346. Dipetik 6 20, 2025
- Sadriani, A., & dkk. (2023). Peran Guru Dalam Perkembangan Teknologi Pendidikan di Era Digital. *universitas negeri malang* (hal. 33). malang: universitas negeri malang. Dipetik 6 18, 2025, dari E-ISSN: XXXX-XXXXP-ISSN: XXXX-XXXX33<https://journal.unm.ac.id/index.php/Semnasdies62/index>
- Salsabilla, I., & dkk. (2023). Analisis Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka. *Jurnal Literasi dan Pembelajaran Indonesia*, 34. Dipetik 6 19, 2025
- Sanova, A. (2017). PENGEMBANGANLEMBARKERJAPESERTADIDIKPRAKTIKUMVIRTUALKIMIASMA MENGGUNAKANPROGRAMCHEMCOLLECTIVEBERBASISSCIENTIFICAPPROACH. *Jurnal Sains Sosio Humaniora*, 221 dan 224. doi:<https://doi.org/10.22437/jssh.v1i2.4303>
- Shambare, B., & Simuja, C. (2024). Exploring the Integration of Virtual Laboratories in Science Education: Insights From Rural Teachers in South Africa. *International Journal of Virtual and Personal Learning Environments*, 14. doi:10.4018/IJVPLE.348957
- Suminar, D. (2019). PENERAPAN TEKNOLOGI SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PADA MATA. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan FKIP*. 2, hal. 774. serang: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Dipetik 6 17, 2025
- Tania, L. (2017). Pengembangan Bahan Ajar e-modul Sebagai Pendukung Pembelajaran Kurikulum 2013 pada Materi Ayat Jurnal Penyesuaian Perusahaan Jasa Siswa Kelas X Akuntansi SMK N 1 Surabaya. *Jurnal Pendidikan Akuntansi*, 2. Dipetik 06 09, 2026, dari <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jpak/article/view/21294>
- Zabir, A. (2018). PENGARUH PEMANFAATAN TEKNOLOGI PEMBELAJARAN TERHADAP MOTIVASI BELAJAR SISWA SMPN 1 LANRISANG. *Jurnal azhari*, 3. Dipetik 6 17, 2025, dari <http://eprints.unm.ac.id/id/eprint/9823>
- Cahya Amalia Chusna, & Maftukah, F. (2025). Studi Kelayakan E-Modul Interaktif Canva Bermuatan Realistic Mathematics Education untuk Materi Bangun Datar di Madrasah Ibtidaiyah. *Pedagogi: Jurnal*

Pendidikan Dasar, 13(1), 95–105.
<https://doi.org/10.23960/pedagogi.vol.13i.1.770>

Gunamantha, I. M. (2021). Flipbook Maker Untuk Subtema Pekerjaan Di Sekitarku Kelas Iv Sd / Mi. *PENDASI: Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 5(2), 165–174.
https://doi.org/10.23887/jurnal_pendas.v5i2.240

Isnaini, N., Listiadi, A., & Subroto, W. T. (2022). Validitas dan Kepraktisan E-Modul berbasis Kontekstual Mata Pelajaran OTK Sarana dan Prasarana untuk Peserta Didik Program Keahlian Otomatisasi Tata Kelola Perkantoran. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)*, 10(2), 157–166. <https://doi.org/10.26740/jpap.v10n2.p157-166>

Mutiarakhim, L., Athur, R., Maulana, A., & Jakarta, U. N. (2025). *Jurnal Pendidikan Integratif Jurnal Pendidikan Integratif*. 6(1), 543–554.