

PENGEMBANGAN MODUL PRAKTIKUM FISIKA TERAPAN BERBASIS LABORATORIUM VIRTUAL UNTUK MAHASISWA TEKNIK ELEKTRO

DEVELOPMENT OF A VIRTUAL LABORATORY-BASED APPLIED PHYSICS PRACTICUM MODULE FOR ELECTRICAL ENGINEERING STUDENTS

Stefany Margareta Martono¹, Luluk Suryani², Vina Van Harling³.

ABSTRACT

The Electrical Engineering Study Program offers Physics as one of its fundamental courses. Physics related to the electrical engineering field primarily discuss electricity and its applications. In vocational education, learning activities are not limited to theoretical instruction but also require practical laboratory experiences. However, the availability of laboratory equipment is often inadequate. Therefore, this study employed a Research and Development (R&D) approach using the 4D development model to produce a valid and practical virtual laboratory-based applied physics practicum module for use in Physics courses for Electrical Engineering students. The practicum module was validated by subject matter experts and media experts to determine its validity and practicality. The aspects evaluated included module validity and module practicality. To support the implementation of the practicum module, the Tinkercad application was utilized as a virtual laboratory platform. The validation results indicated that the module achieved a very high level of validity, with scores of 90.62% from material experts and 91.15% from media experts. A small-group trial was conducted with students to assess the module's practicality. The trial results showed a practicality score of 90.50%, indicating that students were able to use the practicum module effectively and conveniently. The product of this research is a Virtual Laboratory-Based Applied Physics Practicum Module designed for Electrical Engineering students.

Keywords: *Practicum Module, Applied Physics, Virtual Laboratory, Tinkercad, Electrical Engineering.*

¹Politeknik Saint Paul Sorong
Jln. R. A Kartini No. 10 F Kampung
Baru, Sorong, Indonesia
martonostefany@gmail.com
²Politeknik Saint Paul Sorong
Jln. R. A Kartini No. 10 F Kampung
Baru, Sorong, Indonesia
luluk.suryani@gmail.com
³Politeknik Saint Paul Sorong,
Jln. R.A. Kartini No.10 F Boswezen,
Kota Sorong, Papua Barat,
Indonesia
vina.nathalia@poltekstpaul.ac.id

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia, perguruan tinggi vokasi menerapkan pembelajaran 60% - 70% adalah kegiatan praktik. Tujuannya mempersiapkan lulusan yang dapat menerapkan keahlian dan keterampilan sesuai bidang yang ditekuninya. Penggunaan laboratorium menjadi hal yang utama bagi mahasiswa vokasi. Selain itu, alat – alat laboratorium wajib disediakan oleh perguruan tinggi. Namun, tidak semua perguruan tinggi vokasi swasta khususnya di Papua dapat menyediakan laboratorium yang memadai, apalagi untuk mata kuliah dasar/umum. Hal ini menjadi salah satu kendala bagi kegiatan praktik mahasiswa. Untuk itu, agar pembelajaran dapat berjalan secara efisien sesuai dengan kebutuhan mahasiswa di perguruan tinggi vokasi, maka diperlukan adanya kreativitas dari dosen agar dapat menjangkau pembelajaran khususnya praktik bagi seluruh mahasiswa.

Fisika terapan merupakan mata kuliah dasar yang diwajibkan di program studi Teknik elektro, Politeknik Saint Paul Sorong. Mata kuliah ini merupakan salah satu mata kuliah dasar yang mempelajari penerapan ilmu di bidang elektro khususnya di bidang kelistrikan. Mahasiswa mempelajari fenomena fisika melalui materi kelistrikan yang penerapannya ada di sekitar kita. Namun, mahasiswa hanya mendapatkan teori karena keterbatasan alat di laboratorium, kurangnya jumlah sks di mata kuliah Fisika terapan, sehingga penggunaan laboratorium langsung pun tidak akan memadai. Mahasiswa tidak

dibekali keterampilan dasar dalam menyusun rangkaian listrik, perhitungan dalam rangkaian listrik dasar menjadi hal yang sulit.

Permasalahan - permasalahan tersebut menjadi hal yang krusial dalam kegiatan pembelajaran karena kurangnya latihan dasar akan menjadi permasalahan di mata kuliah lanjutan. Untuk itu, dosen pengajar sekaligus peneliti mengambil langkah efektif untuk menggunakan laboratorium virtual sebagai sarana pembelajaran untuk membantu mahasiswa dalam kegiatan praktik. Aplikasi yang mendukung laboratorium virtual ini adalah aplikasi *Tinkercad*. *Tinkercad* merupakan salah satu aplikasi Laboratorium virtual yang dapat digunakan oleh mahasiswa dimanapun dan kapanpun. Penggunaan laboratorium virtual ini, bertujuan untuk memaksimalkan waktu pelaksanaan praktik, meningkatkan keterampilan dasar dalam menyusun rangkaian listrik, menemukan solusi dalam trial and error rangkaian, dan perhitungan dasar.

Untuk dapat menggunakan laboratorium virtual yang terarah dan sesuai urutan materi, peneliti membuat modul praktik sebagai panduan praktikum. Namun, penyusunan modul tentunya diperlukan penelitian langsung pada subjek agar dapat menghasilkan modul praktikum yang valid, praktis, dan efektif untuk mendukung pembelajaran Fisika Terapan di program studi teknik elektro, Politeknik Saint Paul Sorong. Modul praktikum Fisika terapan berbasis laboratorium virtual ini dirancang sebagai panduan belajar bagi mahasiswa yang memuat tujuan pembelajaran, dasar teori, petunjuk penggunaan laboratorium virtual, prosedur eksperimen, lembar kerja mahasiswa, serta instrumen evaluasi. Adanya modul praktikum berbasis laboratorium virtual, mahasiswa diharapkan dapat melakukan kegiatan praktikum secara lebih terarah, meningkatkan pemahaman konsep Fisika Terapan, serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kemampuan analisis yang diperlukan dalam bidang Teknik Elektro.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian yang berjudul “Pengembangan Modul Praktikum Fisika Terapan Berbasis Laboratorium Virtual untuk Mahasiswa Teknik Elektro” ini penting dilakukan dan diharapkan dapat menghasilkan modul praktikum inovatif yang mendukung pelaksanaan praktikum, meningkatkan kualitas pembelajaran Fisika Terapan, serta membantu mahasiswa dalam memahami konsep-konsep fisika terapan yang menjadi dasar penguasaan ilmu dan teknologi khususnya di bidang Teknik Elektro.

2. KAJIAN PUSTAKA / METODOLOGI /PERANCANGAN

Penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah Kuron, M.A., dkk. 2021^[1]. Judul : Pengaruh Virtualisasi Laboratorium berbasis Electronics Workbench (EWB) pada mata kuliah Elektronika Dasar UNSRIT dengan penerapan di materi Elektronika Dasar materi penguat transistor. Praditya Wicaksono, 2024. Judul : “Pengembangan Modul Praktikum Listrik Dinamis Arus Searah berbasis Tinkercad.” Penggunaan media pembelajaran menggunakan *Tinkercad* dan Modul praktikum dapat secara cukup efektif pada kelas eksperimen daripada kelas kontrol. Yoel Sitohang. 2022. Judul : “Rancang bangun aplikasi praktikum fisika prodi teknik elektro UIN Suska Riau menggunakan teknologi virtual reality dengan bantuan web simulasi olabs dan Phet.” Hasilnya semua komponen dan fitur yang dibuat berjalan sesuai dengan fungsi dan hasil yang diharapkan. Adapun perbedaan 3 penelitian tersebut dengan penelitian ini yaitu penelitian ini menggunakan jenis penelitian dan pengembangan (R & D) dengan model pengembangan 4D yaitu *Define, Design, Develop, Disseminate*, yang bertujuan menghasilkan produk berupa modul praktikum fisika terapan berbasis laboratorium virtual yang valid dan praktis digunakan dalam pembelajaran bagi mahasiswa teknik elektro.

Sugiyono menyatakan bahwa penelitian dan pengembangan (Research and Development/R&D) merupakan metode yang digunakan oleh peneliti untuk menciptakan produk terbaru melalui pengujian keefektifan produk tersebut. Produk yang dihasilkan dapat berupa perangkat pembelajaran,

modul, media, model pembelajaran, maupun sistem pembelajaran.^[4] Stefany menyatakan bahwa penelitian dan pengembangan merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan suatu produk, dimana produk tersebut akan dilakukan pengujian terlebih dahulu.^[5] Gall & Borg menyatakan bahwa penelitian dan pengembangan adalah model pengembangan Pendidikan untuk merancang produk atau prosedur baru. Pengujian lapangan dilakukan secara sistematis, dilakukan evaluasi, kemudian diperbaiki. Hasil akhir yaitu diperoleh keefektifan, kualitas, ataupun standar yang sama.^[6] Daryanto menyatakan bahwa modul adalah salah satu bentuk bahan ajar yang dikemas secara utuh dan sistematis, memuat seperangkat pengalaman belajar yang terencana dan dirancang untuk membantu peserta didik menguasai tujuan belajar yang spesifik.^[7] Nasution menyatakan bahwa modul merupakan suatu unit pembelajaran yang lengkap dan berdiri sendiri, terdiri atas rangkaian kegiatan belajar yang disusun untuk membantu peserta didik mencapai tujuan pembelajaran yang telah dirumuskan secara khusus dan jelas.^[8] Nengsih D, dkk menyatakan bahwa modul ajar sendiri sebagai suatu implementasi dari Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) yang dikembangkan dari Capaian Pembelajaran (CP)..^[9]

Kamilah dan Louise menyatakan bahwa praktikum merupakan aktivitas pembelajaran berbasis eksperimen yang berkontribusi terhadap pengembangan keterampilan proses sains, kemampuan pemecahan masalah, dan pemahaman konsep peserta didik melalui pengalaman langsung dalam kegiatan laboratorium.^[10] Praktikum merupakan kegiatan pembelajaran berbasis eksperimen yang dirancang untuk memberikan pengalaman langsung kepada peserta didik dalam membuktikan konsep, prinsip, dan teori melalui proses pengamatan, pengukuran, pengumpulan data, analisis, dan penarikan kesimpulan.

Praktikum tidak hanya berfungsi sebagai sarana verifikasi teori, tetapi juga sebagai media pengembangan keterampilan proses sains, kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kompetensi profesional mahasiswa.^[11] Praktikum merupakan kegiatan pembelajaran yang mendorong mahasiswa terlibat aktif dalam proses ilmiah seperti observasi, pengukuran, klasifikasi, prediksi, inferensi, dan komunikasi ilmiah sehingga dapat meningkatkan pemahaman konseptual dan kompetensi ilmiah secara menyeluruh.^[12]

Laboratorium virtual sebagai lingkungan pembelajaran berbasis komputer yang menyediakan simulasi eksperimen dan aktivitas laboratorium yang dapat digunakan untuk mengembangkan pemahaman konseptual, keterampilan praktis, dan proses ilmiah peserta didik.^[13] Laboratorium virtual (virtual laboratory) merupakan lingkungan pembelajaran berbasis teknologi komputer yang memungkinkan pengguna melakukan eksperimen, simulasi, dan observasi secara digital tanpa harus berada di laboratorium fisik. Laboratorium virtual dirancang untuk merepresentasikan kondisi laboratorium nyata sehingga peserta didik tetap dapat memperoleh pengalaman praktikum secara interaktif, aman, dan fleksibel.^[14] Laboratorium virtual merupakan sarana pembelajaran yang memungkinkan peserta didik melakukan kegiatan praktikum melalui simulasi digital sehingga dapat mengatasi keterbatasan alat, bahan, waktu, dan ruang laboratorium konvensional.^[15]

Model pengembangan 4D (Four-D Model) merupakan salah satu model penelitian dan pengembangan (*Research and Development/R&D*) yang dikembangkan oleh Sivasailam Thiagarajan, bersama Dorothy S. Semmel dan Melvyn I. Semmel. Model 4D banyak digunakan dalam pengembangan perangkat pembelajaran seperti modul, media pembelajaran, e-modul, LKPD, dan perangkat praktikum karena memiliki langkah yang sistematis dan mudah diterapkan.^[16] Model 4D merupakan model pengembangan yang diawali dengan identifikasi kebutuhan dan karakteristik peserta didik (Define), dilanjutkan dengan perancangan produk (Design), pengembangan dan validasi produk (Develop), serta penyebaran produk yang telah layak digunakan (Disseminate).^[17] Model 4D digunakan untuk mengembangkan media pembelajaran melalui tahapan identifikasi kebutuhan, perancangan produk, pengembangan dan pengujian, serta penyebaran produk kepada pengguna sehingga menghasilkan produk yang sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.^[18]

Tinkercad merupakan aplikasi berbasis web yang dikembangkan oleh Autodesk Tinkercad untuk mendukung desain 3D, simulasi rangkaian elektronika, pemrograman mikrokontroler, dan pembelajaran berbasis proyek. Dalam bidang pendidikan teknik dan sains, Tinkercad banyak dimanfaatkan sebagai laboratorium virtual karena memungkinkan pengguna merancang, menguji, dan mensimulasikan rangkaian elektronika tanpa memerlukan perangkat keras secara langsung.^[19] Tinkercad menyediakan fitur Circuits yang memungkinkan mahasiswa melakukan simulasi komponen elektronika seperti resistor, LED, sensor, Arduino, breadboard, dan berbagai komponen lainnya secara interaktif. Melalui simulasi tersebut, mahasiswa dapat mengamati perilaku rangkaian, mengidentifikasi kesalahan, serta melakukan eksperimen secara aman dan fleksibel.^[20] Tinkercad merupakan laboratorium virtual yang efektif untuk mengembangkan keterampilan pemrograman elektronika karena memiliki karakteristik mudah digunakan, mudah diakses, serta mendukung pengembangan kemampuan pemecahan masalah mahasiswa dalam lingkungan simulasi yang aman.^[21] Berikut ini dijelaskan bagan kerangka berpikir.



Gambar 1. Kerangka Berpikir

Hasil penelitian diharapkan menghasilkan modul praktikum yang valid dan praktis, sehingga proses pembelajaran dengan penerapan vokasi dapat berjalan optimal.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah jenis penelitian dan pengembangan (Research and Development/R&D) yang bertujuan menghasilkan produk berupa modul praktikum Fisika Terapan berbasis laboratorium virtual menggunakan aplikasi Tinkercad untuk mahasiswa Teknik Elektro. Penelitian ini difokuskan pada pengujian validitas dan kepraktisan modul. Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini

adalah model 4D (Four-D Model) yang dikembangkan oleh Thiagarajan, Semmel, dan Semmel. Model ini terdiri atas empat tahap, yaitu :

Define (Pendefinisian)

Tahap pendefinisian dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pengembangan modul praktikum. Kegiatan yang dilakukan meliputi,

- Analisis kebutuhan mahasiswa : menganalisis karakteristik mahasiswa teknik elektro semester 1 berupa kebutuhan belajar.
- Analisis kurikulum dan capaian pembelajaran : menganalisis kesesuaian kebutuhan kurikulum dan capaian pembelajaran dalam RPS.
- Analisis materi Fisika Terapan : menyusun konsep- konsep utama fisika terapan yang relevan, menentukan materi praktikum seperti hukum Ohm, hukum Kirchhoff, dan rangkaian seri/ parallel.
- Analisis sarana dan prasarana laboratorium : mengidentifikasi pembelajaran praktikum fisika terapan seperti keterbatasan alat dan waktu praktikum di laboratorium fisik.

a) Design (Perancangan)

Tahap perancangan dilakukan dengan menyusun desain awal modul yang meliputi:

- Penyusunan struktur modul.
- Penyusunan kerangka modul (tujuan, dasar teori, alat dan bahan virtual, prosedur, lembar kerja, latihan soal).
- Perancangan simulasi/ Penyusunan petunjuk penggunaan laboratorium virtual Tinkercad.
- Penyusunan instrumen evaluasi.

b) Develop (Pengembangan)

Tahap pengembangan dilakukan melalui :

- Pembuatan modul praktikum : Pembuatan modul dilakukan oleh tim peneliti dan dosen pengampu mata kuliah
- Validasi oleh ahli materi dan ahli media : Produk divalidasi oleh ahli sesuai bidangnya. Untuk materi divalidasi oleh dosen teknik elektro dan ahli media oleh dosen teknologi rekayasa computer jaringan.
- Revisi produk berdasarkan saran validator : Peneliti memperbaiki kalimat, susunan, struktur yang kurang tepat dalam modul yang disesuaikan dengan media yang digunakan.
- Uji coba kelompok kecil : Uji coba ini dilakukan kepada mahasiswa untuk memperoleh data kepraktisan. Mahasiswa yang ikut berpartisipasi sebanyak 10 orang mahasiswa program studi teknik elektro.

c) Disseminate (Penyebarluasan)

Tahap penyebarluasan dilakukan dengan mensosialisasikan dan mendistribusikan modul yang telah dinyatakan layak kepada dosen dan mahasiswa serta mempublikasikan hasil penelitian.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. Lembaran validasi untuk ahli materi. Lembaran ini berfungsi menilai kelayakan isi , penyajian, kebahasaan, dan evaluasi.
2. Lembaran validasi untuk ahli media. Lembaran ini berfungsi untuk menilai tampilan, kemudahan penggunaan, dan integrasi laboratorium virtual.
3. Angket respons mahasiswa (kepraktisan). Angket ini berfungsi untuk menilai respon mahasiswa terhadap penggunaan modul.

Peneliti menggunakan analisis validitas dengan tujuan agar modul praktikum yang digunakan sesuai dengan standar yang dapat digunakan di Pendidikan Vokasi khususnya di Politeknik Saint Paul Sorong. Untuk melakukan analisis validitas, digunakan ahli yang sesuai bidang berjumlah 2 orang dosen yaitu dosen di program studi Teknik Elektro dan Teknologi Rekayasa Komputer jaringan untuk menilai kesesuaian materi pada rangkaian dasar dan ahli dalam menilai media yang digunakan. Validitas modul dianalisis menggunakan indeks Aiken's $V^{[22]}$ atau persentase kelayakan berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media. Rumus yang digunakan yaitu :

$$V = \frac{\sum s}{n(c-1)} \quad (1)$$

Keterangan :

V = Koefisien validitas Aiken
 r = skor yang diberikan validator
 l_0 = skor terendah pada skala penilaian
 n = jumlah validator
 c = jumlah kategori penilaian (skala)

untuk mencari s , $s = r - l_0$

Untuk Kriteria Validitas disajikan pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Kriteria Validitas indeks Aiken's.

Nilai V	Kategori
$V > 0,80$	Sangat Valid
$0,60 \leq V \leq 0,80$	Valid
$0,40 \leq V < 0,60$	Cukup Valid
$V < 0,40$	Kurang Valid

Untuk Analisis kepraktisan dilakukan untuk modul praktikum digunakan sesuai dengan kebutuhan mahasiswa di program studi elektro. Untuk analisis kepraktisan melibatkan 2 orang dosen dan 10 orang mahasiswa^[23]. Kepraktisan modul dianalisis menggunakan persentase hasil angket respons mahasiswa dan dosen. Persentase dihitung dengan rumus berikut mengikuti rumus dari buku^[24] yaitu :

$$P = \frac{\sum X}{\sum X_i} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan :

P = Presentase Kepraktisan
 $\sum X$ = Jumlah skor yang diperoleh
 $\sum X_i$ = Jumlah skor ideal (maksimum)

Untuk Kriteria kepraktisan disajikan dalam tabel di bawah ini.

Tabel 2. Tabel Kriteria Kepraktisan

Persentase	Kategori
81%–100%	Sangat Praktis
61%–80%	Praktis
41%–60%	Cukup Praktis
21%–40%	Kurang Praktis
0%–20%	Tidak Praktis

Indikator Keberhasilan Produk

Modul praktikum Fisika Terapan berbasis laboratorium virtual akan dinyatakan layak apabila memenuhi kriteria yaitu :

- Valid dengan kategori minimal valid berdasarkan hasil validasi ahli.
- Praktis dengan kategori minimal praktis berdasarkan respons pengguna.

Indikator penilaian ini sangat penting sebagai referensi data untuk penggunaan modul praktikum bagi mahasiswa program studi elektro di Politeknik Saint Paul Sorong.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Program studi teknik elektro memiliki mata kuliah Fisika sebagai mata kuliah dasar. Materi fisika terkait dengan bidang elektro yang membahas tentang listrik. Untuk Pembelajaran di perguruan tinggi vokasi tidak hanya secara teori tetapi diperlukan praktik. Namun, penyediaan alat kurang memadai di laboratorium. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian dan pengembangan (R&D) dengan penerapan model pengembangan 4D yang bertujuan menghasilkan produk berupa modul praktikum fisika terapan berbasis laboratorium virtual yang valid dan praktis agar dapat digunakan di mata kuliah Fisika bagi mahasiswa teknik elektro. Aplikasi yang mendukung laboratorium Virtual yaitu aplikasi *Tinkercad* untuk mahasiswa Teknik Elektro. Alur penelitiannya seperti berikut ini :

1. Tahap Define (Pendefinisian)

Pada tahap ini, peneliti melakukan analisis kebutuhan sebagai dasar pengembangan modul. Adapun beberapa analisis yang dilakukan oleh peneliti yaitu :

a) Analisis Kebutuhan Mahasiswa

Peneliti menyebarkan angket dan melihat hasil penyebaran angket kepada mahasiswa Teknik Elektro. Hasil angket menunjukkan bahwa tidak semua mahasiswa memiliki kemampuan yang sama dalam memahami materi secara teori saja. Mahasiswa mengalami kesulitan ketika tidak melakukan praktik khususnya rangkaian listrik. Mahasiswa membutuhkan praktik di laboratorium. Selain itu, mahasiswa menyatakan perlunya modul praktikum yang memuat petunjuk penggunaan laboratorium virtual, langkah kerja praktikum yang jelas, contoh dan latihan soal.

b) Analisis Kurikulum

Peneliti melakukan analisis kurikulum melalui RPS mata kuliah fisika terapan. Berdasarkan hasil analisis RPS Mata Kuliah Fisika Terapan, materi yang dikembangkan dalam modul meliputi:

- Hukum Ohm.
- Rangkaian Seri dan Paralel.
- Hukum Kirchhoff.
- Pengukuran Tegangan dan Arus.
- Analisis Daya Listrik.

Materi tersebut dipilih karena memiliki keterkaitan langsung dengan capaian pembelajaran program studi dan mata kuliah mahasiswa di program studi Teknik Elektro.

c) Analisis Sarana dan Prasarana

Hasil observasi menunjukkan bahwa ketersediaan alat laboratorium masih terbatas. Oleh karena itu diperlukan alternatif laboratorium virtual yang dapat digunakan secara mandiri oleh mahasiswa.

2. Tahap Design (Perancangan)

Pada tahap ini, dilakukan perancangan modul praktikum. Struktur modul yang dikembangkan terdiri atas:

- Sampul modul.
- Kata pengantar.
- Daftar isi.

- Petunjuk penggunaan modul.
- Capaian pembelajaran.
- Dasar teori.
- Panduan penggunaan Tinkercad.
- Langkah kerja praktikum.
- Lembar kerja mahasiswa.
- Evaluasi pembelajaran berupa latihan soal.
- Daftar pustaka.

Desain modul dibuat dalam format digital (PDF) sehingga dapat diakses menggunakan komputer maupun telepon pintar oleh masing-masing mahasiswa.

3. Tahap Develop (Pengembangan)

a) Hasil Pengembangan Produk

Produk yang dihasilkan berupa Modul Praktikum Fisika Terapan Berbasis Laboratorium Virtual menggunakan aplikasi Tinkercad. Modul dilengkapi dengan :

- Materi praktikum.
- Simulasi rangkaian listrik menggunakan Tinkercad.
- Petunjuk penggunaan laboratorium virtual.
- Lembar kerja mahasiswa.
- Latihan Soal

b) Hasil Validasi Ahli

Validasi Ahli Materi, dinilai oleh dosen program studi teknik elektro. Berikut penilaiannya pada tabel 3 :

Tabel 3. Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek Penilaian	Persentase (%)	Kategori
Kelayakan Isi	93,75	Sangat Valid
Penyajian Materi	87,5	Sangat Valid
Kebahasaan	93,75	Sangat Valid
Evaluasi	87,5	Sangat Valid
Rata-rata	90,62	Sangat Valid

c) Validasi Ahli Media

Tabel 4. Hasil Validasi Ahli Media

Aspek Penilaian	Persentase (%)	Kategori
Tampilan/ Desain	87,50	Sangat Valid
Kemudahan Penggunaan	93,75	Sangat Valid
Integrasi Laboratorium Virtual	83,33	Sangat Valid
Kemanfaatan	100,00	Sangat Valid
Rata-rata	91,15	Sangat Valid

Berdasarkan hasil validasi di tabel 3 dan 4 menunjukkan bahwa modul dinyatakan sangat valid dengan penilaian dari ahli materi dan ahli media. Ahli materi menilai modul sebesar 90,62% dan ahli media sebesar 91,15%. Hasil ini menunjukkan bahwa modul praktikum layak untuk diuji coba.

d) Revisi Produk

Revisi dilakukan berdasarkan masukan validator, antara lain :

- Kedalaman materi sesuai materi kelistrikan vokasi

- Menyesuaikan format lembar kerja mahasiswa.
- Menambahkan soal latihan pada setiap kegiatan praktikum.

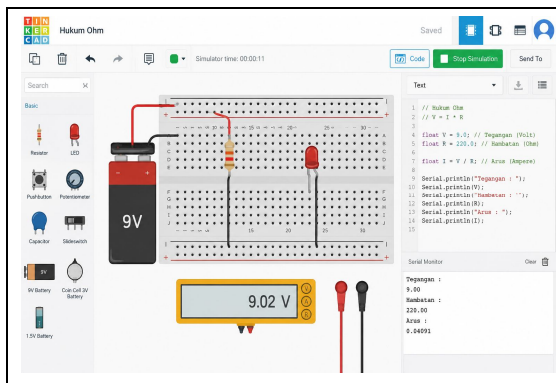
4. Hasil Uji Coba Produk

Kepraktisan diukur melalui angket respons mahasiswa dengan melakukan uji kelompok kecil sebanyak 10 orang mahasiswa. Berikut rangkuman untuk kepraktisan modul.

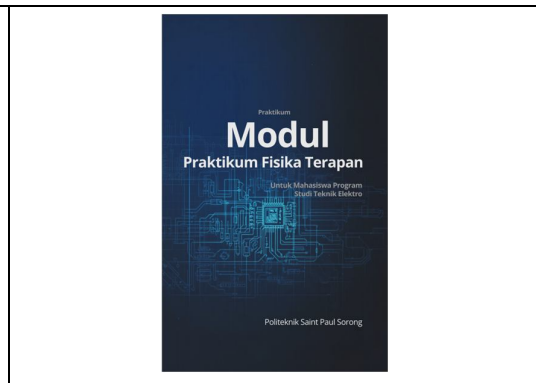
Tabel 5. Hasil Kepraktisan Modul

Aspek	Persentase (%)	Kategori
Kemudahan Penggunaan	90,00	Sangat Praktis
Kemenarikan	92,00	Sangat Praktis
Kemanfaatan	91,00	Sangat Praktis
Efisiensi Waktu	89,00	Sangat Praktis
Rata-rata	90,50	Sangat Praktis

Hasil rata – rata kepraktisan modul di tabel 5 menunjukkan 90,50. Hal ini menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan memiliki tingkat kepraktisan yang sangat tinggi. Berikut contoh gambar modul dan aplikasi tinkercad yang diuji coba oleh mahasiswa.



Gambar 2.Contoh rangkaian di Tinkercad



Gambar 3. Cover Modul Praktikum



Pendahuluan

Modul praktikum ini dirancang khusus untuk mahasiswa program studi Teknik Elektro di Politeknik Saint Paul Sorong. Menggunakan platform **Tinkercad**, modul ini bertujuan untuk memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan praktis dalam memahami konsep-konsep dasar fisika terapan yang relevan dengan bidang teknik elektro. Fokus utama adalah pada simulasi rangkaian listrik, memungkinkan mahasiswa untuk bereksperimen dan menganalisis rangkaian secara virtual sebelum atau sebagai pengganti praktikum fisik.

Modul ini mencakup materi esensial yang krusial bagi pemahaman dasar teknik elektro, disajikan dalam format yang **modern** dan **menarik** dengan ilustrasi rangkaian, diagram sirkuit, dan komponen elektronik.

Materi Praktikum yang Dicapuk

Praktikum virtual ini akan membahas topik-topik fundamental berikut:

- **Hukum Ohm:** Memahami hubungan antara tegangan, arus, dan resistansi.
- **Rangkaian Seri dan Paralel:** Menganalisis karakteristik dan perhitungan pada kedua jenis konfigurasi rangkaian.
- **Hukum Kirchhoff:** Menerapkan hukum arus dan tegangan Kirchhoff untuk analisis rangkaian yang lebih kompleks.
- **Pengukuran Tegangan dan Arus:** Belajar menggunakan alat ukur virtual (voltmeter dan amperemeter) dalam simulasi.
- **Analisis Daya Listrik:** Menghitung dan memahami konsep daya, energi, dan efisiensi dalam rangkaian.

Struktur Modul Praktikum

Materi Dasar

Pemaparan teori singkat dan konsep kunci untuk setiap topik praktikum.

Simulasi Rangkaian Listrik

Petunjuk langkah demi langkah untuk membangun dan mensimulasikan rangkaian menggunakan Tinkercad. Ini termasuk pemilihan komponen, penyambungan, dan pengaturan parameter simulasi.

Petunjuk Penggunaan Laboratorium Virtual

Panduan komprehensif mengenai antarmuka Tinkercad, cara menggunakan alat simulasi, dan fitur-fitur penting lainnya.

Lembar Kerja Mahasiswa

Setiap topik dilengkapi dengan lembar kerja yang berisi instruksi tugas, tabel untuk pencatatan hasil, dan ruang untuk analisis data.

Latihan Soal

Soal-soal latihan dan studi kasus untuk menguji pemahaman mahasiswa terhadap materi yang telah dipelajari dan disimulasikan.

Gambar 4. Halaman 1 Modul

Gambar 5. Struktur Modul Praktikum



Gambar 6. Uji Coba Kelompok Kecil

5. Tahap Disseminate (Penyebarluasan)

Setelah melalui tahapan dalam uji produk, modul praktikum telah dinyatakan valid dan praktis. Modul praktikum ini kemudian akan didistribusikan kepada mahasiswa Teknik Elektro di penelitian selanjutnya.

4.2 Pembahasan

Modul praktikum yang dapat diakses secara fleksibel serta mendukung pembelajaran mandiri merupakan salah satu yang dapat mendukung pembelajaran di kelas. Untuk itu, dilakukan pengembangan modul praktikum dalam pembelajaran fisika terapan berbasis laboratorium virtual dengan aplikasi tinkercad. Pengembangan modul praktikum fisika terapan dilakukan berdasarkan hasil analisis kebutuhan mahasiswa dan dosen. Modul ini dirancang untuk mengatasi keterbatasan fasilitas laboratorium sekaligus meningkatkan kemandirian belajar mahasiswa melalui pemanfaatan laboratorium virtual.

Modul yang dikembangkan mengintegrasikan materi teori, simulasi virtual, langkah kerja praktikum, lembar kerja, dan evaluasi pembelajaran dalam satu paket pembelajaran yang sistematis. Hasil validasi menunjukkan bahwa modul memiliki tingkat validitas yang sangat tinggi dengan skor yang diperoleh 90,62% (materi) dan 91,15(media). Hal ini menunjukkan bahwa isi materi, tampilan, serta penyajian modul telah sesuai dengan kebutuhan pembelajaran Fisika Terapan pada Program Studi Teknik Elektro.

Selain itu, peneliti melakukan uji coba kelompok kecil kepada 10 orang mahasiswa, untuk mengetahui kepraktisan modul. Hasil uji coba menunjukkan 90,50% bahwa mahasiswa dapat menggunakan modul dengan mudah. Integrasi simulasi Tinkercad membantu mahasiswa memahami konsep-konsep kelistrikan secara lebih visual dan interaktif. Laboratorium virtual memungkinkan mahasiswa melakukan eksperimen secara berulang sehingga memperkuat penguasaan konsep Fisika Terapan.

Produk yang dihasilkan berupa Modul Praktikum Fisika Terapan Berbasis Laboratorium Virtual yang memenuhi kriteria valid dan praktis, sehingga layak digunakan dalam pembelajaran untuk mahasiswa Teknik Elektro.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pengembangan modul praktikum Fisika Terapan berbasis laboratorium virtual untuk mahasiswa Teknik Elektro, dapat disimpulkan bahwa Pengembangan Modul Praktikum Fisika Terapan Berbasis Laboratorium Virtual menggunakan aplikasi Tinkercad telah memenuhi kriteria valid dan praktis, sehingga layak digunakan sebagai salah satu bahan ajar pendukung dalam pembelajaran Fisika Terapan bagi mahasiswa Teknik Elektro.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Bagi dosen, modul praktikum Fisika Terapan berbasis laboratorium virtual ini dapat digunakan sebagai alternatif atau pelengkap kegiatan praktikum, terutama pada kondisi keterbatasan sarana dan prasarana laboratorium.
2. Bagi mahasiswa, modul ini dapat dimanfaatkan sebagai sarana belajar mandiri untuk memperdalam pemahaman konsep-konsep Fisika Terapan melalui simulasi virtual yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja.
3. Bagi Program Studi Teknik Elektro, disarankan untuk mengintegrasikan laboratorium virtual dalam proses pembelajaran praktikum guna mendukung transformasi pembelajaran berbasis teknologi dan meningkatkan kualitas pembelajaran.
4. Bagi peneliti, selanjutnya untuk melakukan uji coba pada jumlah responden yang lebih besar dan mengukur efektivitas modul terhadap peningkatan hasil belajar mahasiswa sehingga diperoleh informasi yang lebih komprehensif mengenai dampak penggunaan modul.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Politeknik Saint Paul Sorong khususnya program studi Teknik Elektro yang bekerjasama dalam kegiatan penelitian ini. Khususnya bagi validator di bidang materi dan media yaitu dosen Teknik elektro dan TRKJ, serta 10 orang mahasiswa yang berpartisipasi dalam uji coba produk.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kuron A. M, Umboh A. 2021. "Pengaruh Virtualisasi Laboratorium Berbasis Electronics Workbench (EWB) pada mata kuliah Elektronika dasar." https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=Z1rXHIAAAAAAJ&citation_for_view=Z1rXHIAAAAAAJ:d1gkVwhDpl0C. Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika.
- [2] Wicaksono P, Handayani L. 2024. "Pengembangan Modul Praktikum Listrik Dinamis Arus Searah berbasis Tinkercad." <https://journal.unnes.ac.id/journals/upej/article/view/8629>. Jurnal : Unnes Physics Education Journal.
- [3] Sitohang Y. 2022. "Rancang bangun aplikasi praktikum fisika prodi teknik elektro UIN Suska Riau menggunakan teknologi virtual reality dengan bantuan web simulasi olabs dan Phet." <https://repository.uin-suska.ac.id/63481/>. Jurnal : Institutional Repository.
- [4] Sugiyono Dr, Prof. 2019. "Metode Penelitian dan Pengembangan Research and Development." ISBN : 978-602-289-158-1. Penerbit : Alfabeta.
- [5] Martono M, S. 2020. "Pengembangan Modul Pembelajaran IPA (Science) Berbasis Karakter untuk siswa TK di Sekolah Cinta Kasih Sorong." <https://jurnal.poltekstpaul.ac.id/index.php/jsoscied/article/view/243/158>. Jurnal : Soscied.

- [6] Borg, W R & Gall, M D. 2003. "Educational Research: an Introduction (7. ed)." New York: Logman Inc.
- [7] Daryanto. 2013. "Menyusun Modul: Bahan Ajar untuk Persiapan Guru dalam Mengajar." Yogyakarta: Gava Media.
- [8] Nasution, S. 2011. "Berbagai Pendekatan dalam Proses Belajar dan Mengajar." Jakarta: Bumi Aksara.
- [9] Nengsih D, Febrina W, Maifalinda M, Junaidi J, Darmansyah D, Demina D. 2024. "Pengembangan Modul Ajar Kurikulum Merdeka." <http://ejournal.kompetif.com/index.php/diklatreview/article/view/1738>. Jurnal : Jurnal Manajemen Pendidikan dan Pelatihan (Diklat Review).
- [10] Kamilah, I., & Louise, I. S. Y. 2024. Pengaruh praktikum green chemistry terhadap keterampilan proses sains dan kesadaran lingkungan pada materi faktor laju reaksi. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jpms/article/view/89688?utm>. Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains.
- [11] Tauhidah D, Farikha Y. 2022. "Analisis Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Selama Praktikum Daring". https://journal.ipts.ac.id/index.php/ED/article/view/3481?utm_. Jurnal : Jurnal Education and Development.
- [12] Barokah, R. G. S. (2025). Implementasi Project-Based Learning dalam praktikum cacing untuk meningkatkan keterampilan proses sains mahasiswa PGSD. Jurnal Pembelajaran dan Pengajaran Pendidikan Dasar, 8(1), 123–133. <https://doi.org/10.33369/dikdas.v8i1.42001>.
- [13] Elmoazen, R., Saqr, M., Khalil, M., & Wasson, B. (2023). Learning analytics in virtual laboratories: A systematic literature review of empirical research. *Smart Learning Environments*, 10(23). <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00244-y>
- [14] Zhang, N., & Liu, Y. (2023). Design and implementation of virtual laboratories for higher education sustainability: A case study of Nankai University. *Frontiers in Education*, 8, 1322263. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1322263>
- [15] Wijaya, I. K. W. B., Sudatha, I. G. W., Suartama, I. K., & Santosa, M. H. (2025). Penggunaan laboratorium virtual dalam pembelajaran ilmu pengetahuan alam (IPA): Systematic literature review. *Jurnal Studi Guru dan Pembelajaran*, 8(2).
- [16] Indaryanti, R. B., Harsono, Sutama, Murtiyasa, B., & Soemardjoko, B. (2024). 4D Research and Development Model: Trends, Challenges, and Opportunities Review. *Jurnal Kajian Ilmiah*. DOI: 10.31599/na7deq07. <https://ejournal.Ubha.rajaya.ac.id/index.php/JKI/article/view/3430?utm>.
- [17] Sihombing, B., Zamsiswaya, & Sawaluddin. (2024). Model Pengembangan 4D (Define, Design, Develop, dan Disseminate) dalam Pembelajaran Pendidikan Islam. *Journal of Islamic Education El Madani*, 4(1), 11–19. DOI: 10.55438/jiee.v4i1.135. https://journal.marwah-madani-riau.id/index.php/JIEE/article/view/135?utm_
- [18] Montori, S., & Jacobus, S. N. H. (2025). Penerapan Model Four-D (4D) dalam Pengembangan Media Video Materi Keanekaragaman: Meningkatkan Toleransi dan Kebhinekaan pada Peserta Didik. *Innovative: Journal of Social Science Research*, 5(4). DOI: 10.31004/innovative.v5i4.20396. https://j-innovative.org/index.php/Innovative/article/view/20396?utm_
- [19] Golubev, L. P., Tkach, M. M., & Makatora, D. A. (2023). Using Tinkercad to support online laboratory work on the design of microprocessor systems at technical university. *Information Technologies and Learning Tools*, 93(1), 178–193.

- [20] Riskawati, Said, S., & Herman, N. M. (2024). *Efektivitas Simulasi Pola LED Menggunakan Tinkercad: Media Pembelajaran Inovatif pada Elektronika Dasar*. Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha, 14(3). <https://doi.org/10.23887/jjpf.v14i3.87201>
- [21] Jalil, I. S. M., El Tajour, H., Shabala, H. A., & Akra, A. M. (2025). *Virtual vs. Real: The Impact of Tinkercad and Traditional Labs on Developing Electronic Programming Skills*. Surman Journal of Science and Technology.
- [22] Aiken, L. R. 1985. Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131–142. <https://doi.org/10.1177/0013164485451012>
- [23] Dick, W., Carey, L., & Carey, J. O. (2015). *The Systematic Design of Instruction* (8th ed.). Pearson.
- [24] Sa'dun Akbar. (2017). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: Remaja Rosdakarya.