

PENGEMBANGAN VIRTUAL LABS BERBASIS WEB DENGAN SIMULASI REAL-TIME UNTUK Mendukung Pembelajaran Praktikum Elektronika

Galuh Kurnia Pratama¹, Endah Rahmawati¹, Arie Widodo²

Progam Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya¹, Balai Besar Guru dan Tenaga Kependidikan Provinsi Jawa Timur²

e-mail: galuh.23105@mhs.unesa.ac.id

Diterima: 12/01/2026; Direvisi: 23/01/2026; Diterbitkan: 29/01/2026

ABSTRAK


Pembelajaran fisika dalam bidang elektronika sering dianggap sulit karena konsepnya yang bersifat abstrak dan membutuhkan pengalaman praktikum secara langsung. Keterbatasan fasilitas laboratorium menyebabkan banyak peserta didik tidak memiliki kesempatan untuk melakukan eksperimen. Pemanfaatan teknologi pendidikan membuka peluang untuk menghadirkan simulasi digital sebagai alternatif praktikum. Penelitian ini bertujuan mengembangkan website *Virtual Labs Electronics* sebagai media pembelajaran berbasis simulasi yang dirancang untuk mendukung pemahaman konsep elektronika. Pengembangan website menggunakan model ADDIE dengan memanfaatkan teknologi web modern untuk mendukung fungsionalitas sistem, pengelolaan data, serta visualisasi simulasi. Produk utama yang dihasilkan meliputi tiga fitur utama, yaitu modul eksperimen realistis (rangkain resistor, osiloskop digital dan gerbang logika), Materi Lengkap, serta Analisis Data. Uji coba website melibatkan 15 responden mahasiswa melalui penggunaan langsung dan pengisian kuesioner skala Likert (1-5). Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif melalui perhitungan rata-rata dan persentase kelayakan, serta diperkuat analisis kualitatif berdasarkan masukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh fitur simulasi berjalan dengan baik pada perangkat laptop/PC maupun smartphone, skor rata-rata keseluruhan 4,5 dengan rata-rata per indikator pada rentang 4,4 – 4,6 dan tingkat kelayakan sebesar 90% sehingga berada dalam kategori **“Sangat Layak”**. Temuan kualitatif menegaskan bahwa simulasi membantu meningkatkan pemahaman konsep elektronika. Dengan demikian, website *Virtual Labs Electronics* dinilai efektif sebagai media pembelajaran alternatif dan berpotensi untuk dikembangkan serta diterapkan pada pembelajaran mandiri maupun instansi yang memiliki keterbatasan fasilitas laboratorium.

Kata Kunci: *fisika, elektronika, web simulasi, laboratorium virtual, eksperimen*

ABSTRACT

Learning physics in the field of electronics is often considered difficult because the concepts are abstract and require direct practical experience. Limited laboratory facilities mean that many students do not have the opportunity to conduct experiments. The use of educational technology opens up opportunities to present digital simulations as an alternative to practical work. This research aims to develop the *Virtual Labs Electronics* website as a simulation-based learning medium designed to support the understanding of electronic concepts. The website development uses the ADDIE model by utilizing modern web technology to support system functionality, data management, and simulation visualization. The main product produced includes three main features, namely a realistic experiment module (resistor circuit, digital oscilloscope and logic gate), Complete Material, and Data Analysis. The website trial involved 15 student respondents through direct use and completion of a Likert scale questionnaire (1-5).

Copyright (c) 2026 EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi

 <https://doi.org/10.51878/edutech.v6i1.9187>

Data were analyzed using descriptive statistics through calculating the average and feasibility percentage, and reinforced by qualitative analysis based on feedback. The results showed that all simulation features ran well on both laptop/PC and smartphone devices, with an overall average score of 4.5 with an average per indicator in the range of 4.4 - 4.6 and a feasibility level of 90%, thus categorizing it as **"Very Feasible"**. Qualitative findings confirmed that the simulation helped improve understanding of electronics concepts. Thus, the Virtual Labs Electronics website is considered effective as an alternative learning medium and has the potential to be developed and implemented in independent learning and institutions with limited laboratory facilities.

Keywords: *physics, electronics, simulation website, virtual labs, experiments*

PENDAHULUAN

Fisika adalah salah satu mata pelajaran yang berperan penting dalam pengembangan kemampuan berfikir kritis. Namun, sifatnya yang abstrak dan penuh dengan pemahaman matematis serta membutuhkan praktikum sering kali menjadi hambatan dalam proses pembelajaran. Kondisi tersebut mengakibatkan peserta didik mengalami hambatan dalam memahami konsep fisika. Padahal, kegiatan praktikum memiliki peran penting dalam memperkuat pemahaman konsep melalui eksperimen secara langsung (Suoth et al., 2023). Masalah ini semakin nyata, ketika peserta didik tidak memiliki pengalaman eksperimen secara langsung karena keterbatasan laboratorium (Fadillah et al., 2025). Dalam pembelajaran elektronika dasar, khususnya yang berkaitan dengan rangkaian elektronik, simulasi gelombang, dan gerbang logika, tidak cukup hanya dijelaskan secara teori, tetapi juga memerlukan praktik langsung (Ismanto & Mulyana, 2022). Kegiatan praktikum dibutuhkan untuk membantu peserta didik dalam memahami teori melalui praktik. Namun, banyak sekolah dan perguruan tinggi yang masih menghadapi kendala keterbatasan sarana dan prasarana, seperti alat praktikum yang tidak memadai serta laboratorium yang kurang lengkap (Annisa et al., 2023). Kondisi ini menyebabkan kegiatan praktikum tidak dapat dilaksanakan secara optimal.

Keterbatasan laboratorium praktikum ini yang menyebabkan menurunnya minat dan motivasi pada peserta didik (Haryadi & Nurmala, 2021). Kondisi ini tidak hanya mengurangi kesempatan peserta didik untuk memahami konsep melalui pengamatan, namun juga membuat pembelajaran lebih berpusat pada teori, yang membuatnya kurang menarik dan tidak memberikan ruang untuk bereksperimen. Di sisi lain, perkembangan teknologi informasi membuka peluang yang semakin luas untuk menghadirkan pengalaman belajar alternatif. Media digital menjadi proses pembelajaran yang dapat dilakukan secara fleksibel tanpa batas ruang dan waktu, sekaligus memberikan kesempatan bagi pendidik untuk memberikan materi pembelajaran yang kreatif dan interaktif (Abdillah et al., 2024), (Meilina et al., 2023). Penggunaan teknologi dalam proses pembelajaran tidak hanya sebagai alat penyampaian informasi, melainkan juga berperan dalam meningkatkan keterlibatan peserta didik. Inovasi seperti *E-Learning*, simulasi virtual dan website edukatif berperan dalam menyampaikan konsep fisika yang rumit menjadi lebih mudah untuk dipahami (Diraya & Umamah, 2022).

Pembelajaran yang memanfaatkan teknologi modern mampu memberikan peluang bagi peserta didik untuk melakukan kegiatan eksperimen secara mandiri. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Diraya dan Umamah (2022) yang menunjukkan bahwa media pembelajaran visual dan interaktif dapat meningkatkan motivasi belajar hingga mencapai kategori sangat layak sebesar 85,01%. Dalam konteks pembelajaran elektronika dasar, website interaktif yang dilengkapi dengan eksperimen virtual menjadi salah satu solusi karena memungkinkan peserta didik berinteraksi langsung dengan simulasi rangkaian, melakukan pengamatan serta memahami

fenomena fisika tanpa bergantung pada fasilitas laboratorium fisik (Naaziat et al., 2024). Media digital seperti ini yang dinilai dapat mendukung pemahaman konsep sekaligus memberikan pengalaman praktikum yang fleksibel, sehingga peserta didik tetap dapat melakukan kegiatan eksperimen meskipun sarana dan prasarana laboratorium terbatas.

Meskipun demikian, sebagian media pembelajaran fisika yang tersedia masih terbatas dalam hal interaktivitas dan pengalaman eksperimen secara virtual (Mahardika et al., 2022). Banyak platform hanya menyediakan materi berupa teks atau video tanpa memberikan ruang bagi peserta didik untuk melakukan eksplorasi mandiri melalui simulasi (Amanda et al., 2022), (Putri & Yefterson, 2022). Media pembelajaran pasif belum mampu menghadirkan pengalaman praktik yang seperti pada laboratorium, sehingga peserta didik hanya memperoleh gambaran teori tanpa kesempatan untuk menguji konsep secara langsung. Keterbatasan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis teknologi belum sepenuhnya dimanfaatkan (Rahmi et al., 2025). Oleh karena itu, diperlukan pengembangan website edukatif yang tidak hanya fokus pada penyajian teori, tetapi juga memberikan fitur eksperimen virtual yang mudah digunakan serta sesuai dengan kebutuhan pembelajaran elektronika. Kehadiran simulasi virtual yang dirancang dengan baik dapat meningkatkan pemahaman konseptual serta memberikan fleksibilitas pembelajaran yang tidak terbatas oleh ketersediaan fasilitas fisik.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan sebuah website *Virtual Labs Electronics* yang dirancang untuk mendukung media pembelajaran dan praktikum secara virtual atau daring. Pengembangan website ini menerapkan prinsip UI/UX Design agar antarmuka mudah digunakan dan mampu meningkatkan interaktivitas pengguna. Penelitian ini juga bertujuan untuk menguji efektivitas website dalam membantu peserta didik dalam memahami konsep dasar elektronika, serta mengevaluasi kelayakan dan respons mahasiswa melalui uji coba dan kuesioner. Oleh karena itu, artikel ini berkontribusi dalam menyediakan alternatif media pembelajaran yang lebih menarik, serta interaktif terhadap tuntutan pendidikan di era digital.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE yang meliputi lima tahap, yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*. Model ADDIE menyediakan langkah-langkah pengembangan yang sistematis untuk menghasilkan produk media pembelajaran berbasis website. Model ini mengarahkan proses analisis kebutuhan, perancangan, pembuatan produk, penerapan, hingga evaluasi. Penelitian dilakukan secara daring melalui website *Virtual Labs Electronics* yang dipublikasikan menggunakan platform Vercel. Pada tahap analisis, kebutuhan pengguna dan permasalahan praktikum elektronika diidentifikasi melalui studi literatur terkait *virtual laboratory* dan prinsip desain UI/UX. Tahap desain dilakukan dengan membuat struktur halaman, alur navigasi, dan antarmuka website menggunakan Figma berbasis *user-centered design*. Selanjutnya tahap pengembangan dilakukan dengan menerapkan rancangan menjadi produk website berbasis Next.js yang memiliki fitur simulasi, materi pembelajaran dan analisis data.

Tahap implementasi dilakukan dengan uji coba terbatas melibatkan 15 responden yang terdiri dari 10 mahasiswa Progam Studi Fisika yang telah menempuh mata kuliah Elektronika Dasar serta memiliki pengalaman mengikuti praktikum elektronika pada laboratorium untuk menilai kesesuaian simulasi dengan konsep praktikum elektronika dan 5 mahasiswa Progam Studi Informatika yang dilibatkan untuk memberikan masukan terkait aspek teknis dan kualitas penggunaan website. Pengumpulan data dilakukan melalui kuesioner skala Likert dan

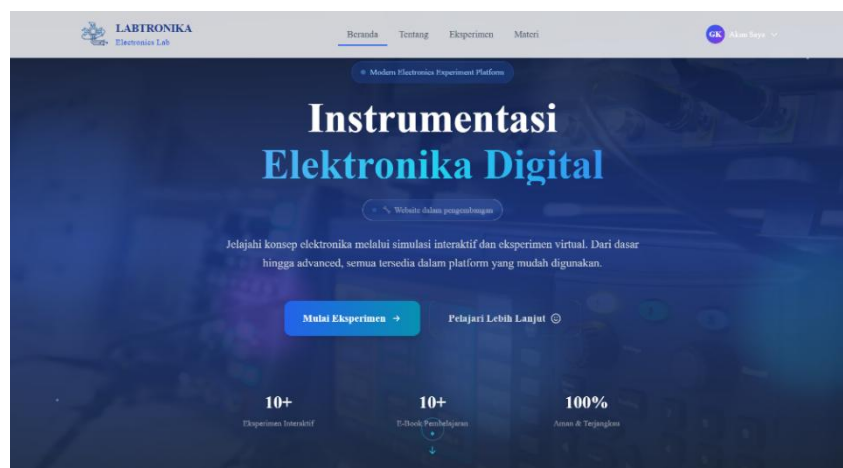
pertanyaan terbuka. Data kuantitatif digunakan untuk menilai kelayakan website, sedangkan data kualitatif digunakan untuk memperoleh masukan terkait pengembangan website.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengembangan Website *Virtual Labs Electronics*

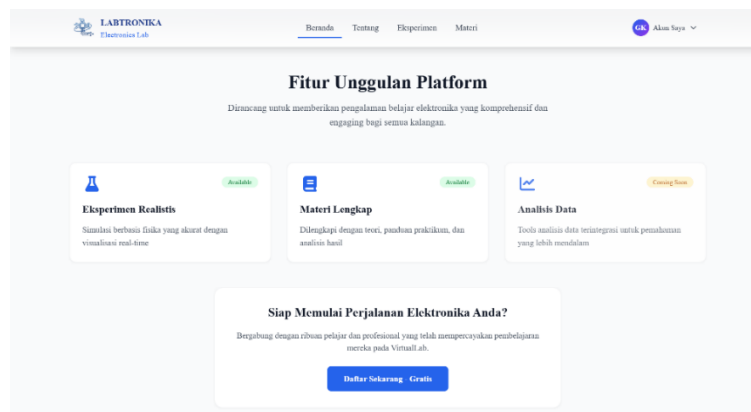
Hasil penelitian berupa pengembangan website *Virtual Labs Electronics* sebagai media pembelajaran praktikum elektronika. Website *Virtual Labs Electronics* dikembangkan dengan menerapkan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*) agar proses pengembangan dapat terstruktur. Produk yang dihasilkan menyediakan fitur eksperimen realistis, materi lengkap serta analisis data yang dirancang dengan tampilan sederhana dan mudah digunakan.

Halaman awal website *Virtual Labs Electronics* bisa diakses melalui tautan berikut <https://www.labtronika.web.id/>. Tampilan halaman utama, ditunjukkan pada Gambar 1 yang menampilkan identitas platform dan tombol aksi “**Mulai Eksperimen**” yang dapat mengakses fitur eksperimen realistis secara langsung. Halaman ini dirancang sederhana dan mudah dipahami pengguna.



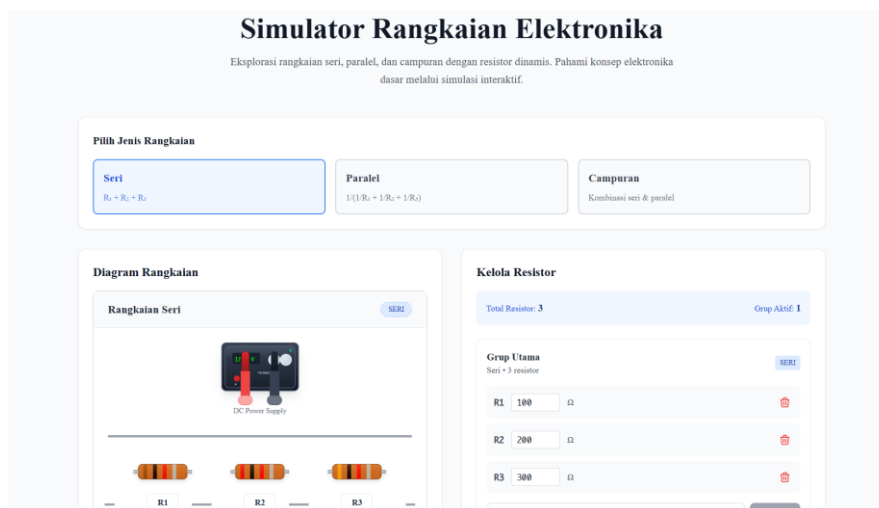
Gambar 1. Halaman Utama (*Landing Page*)

Selain itu website juga menyediakan tiga fitur utama yaitu eksperimen realistis, materi lengkap, dan analisis data (*masih dalam tahap pengembangan*). Setiap fitur dirancang untuk mendukung proses pembelajaran interaktif dan memudahkan pemahaman konsep elektronika. Tampilan fitur unggulan platform dapat dilihat pada Gambar 2, yang menunjukkan struktur menu utama dan akses untuk menuju fitur pembelajaran.



Gambar 2. Halaman Fitur Unggulan Platform

Fitur eksperimen realistik merupakan salah satu fitur utama pada platform ini yang berisi modul simulasi praktikum elektronika. Pada fitur ini, pengguna dapat mengakses beberapa jenis eksperimen yang disajikan dalam bentuk simulasi interaktif. Eksperimen yang tersedia meliputi pengukuran dasar elektronika, pengukuran dan instrumentasi serta gerbang logika. Pada eksperimen pengukuran dasar elektronika yang dapat dilihat pada Gambar 3, pengguna dapat menyusun rangkaian listrik sederhana terdiri dari rangkaian seri, paralel, dan campuran. Pengguna dapat menambahkan atau menghapus resistor, mengubah nilai resistansi, serta memilih konfigurasi rangkaian. Perubahan yang dilakukan akan langsung mempengaruhi nilai arus, tegangan, daya total, dan hambatan yang ditampilkan.



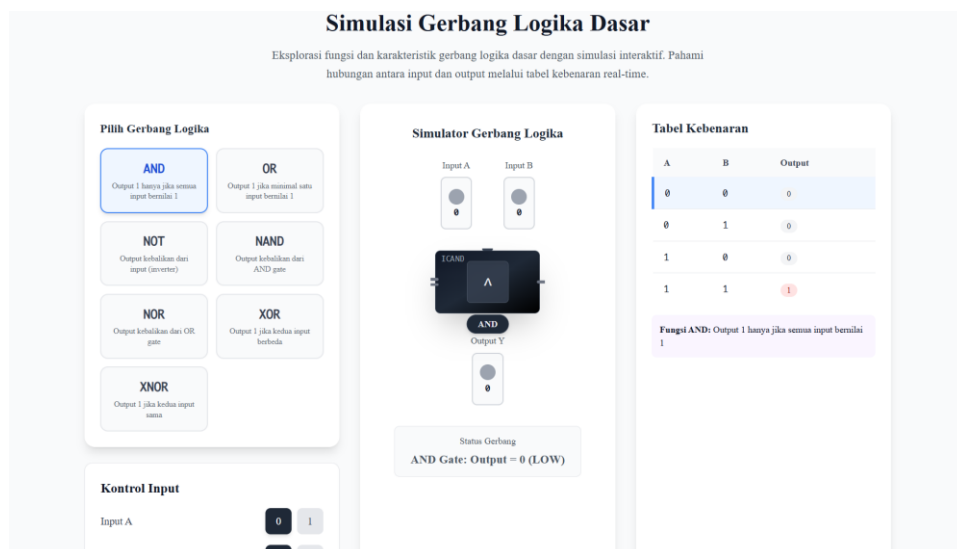
Gambar 3. Simulasi Rangkaian Elektronika

Fitur eksperimen pengukuran dan instrumentasi yang ditunjukkan pada Gambar 4, untuk menampilkan simulasi osiloskop digital untuk mengamati bentuk gelombang. Pada fitur ini, pengguna dapat memilih jenis sinyal sinus, segitiga, kotak, gigi gergaji, serta sinyal kustom melalui persamaan matematika. Parameter sinyal seperti amplitudo, frekuensi, fase, dan DC Offset dapat diubah sesuai dengan kebutuhan. Setiap perubahan akan ditampilkan secara langsung pada grafik gelombang, sehingga pengguna memahami karakteristik sinyal secara visual.



Gambar 4. Simulasi Osiloskop Digital

Fitur eksperimen gerbang logika menampilkan simulasi konsep dasar elektronika digital. Tampilan simulasi gerbang logika ditunjukkan pada Gambar 5. Pengguna dapat memilih berbagai jenis gerbang logika, yaitu AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR, dan XNOR. Nilai input logika dapat diubah, dan hasil keluarannya ditampilkan melalui indikator LED, tabel kebenaran, serta keterangan status.



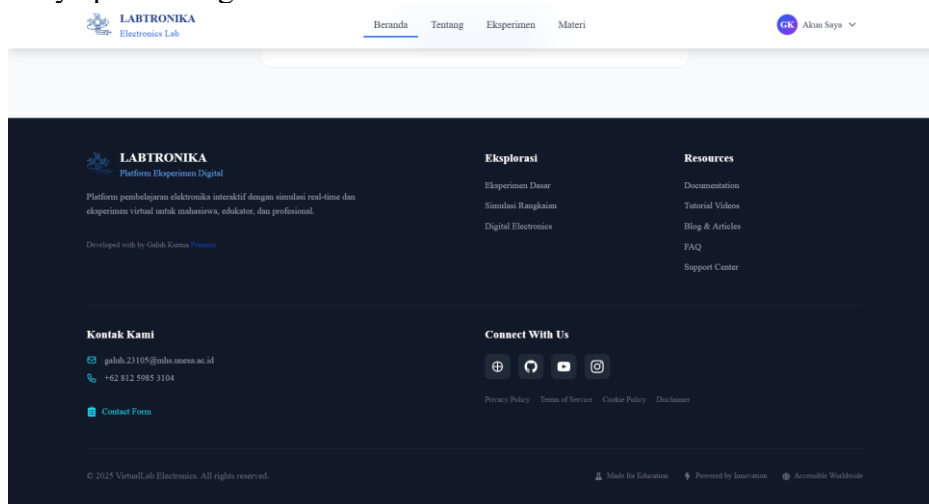
Gambar 5. Simulasi Gerbang Logika

Fitur Materi Lengkap yang ditunjukkan pada Gambar 6, menampilkan materi lengkap/pembelajaran dalam bentuk dokumen panduan (*E-Book*) yang dapat diakses langsung melalui website. Materi yang disediakan berisi panduan penggunaan *Virtual Lab Electronics*, penjelasan menu dan fitur, langkah-langkah dalam melakukan eksperimen serta materi dasar elektronika.



Gambar 6. Halaman Materi Lengkap

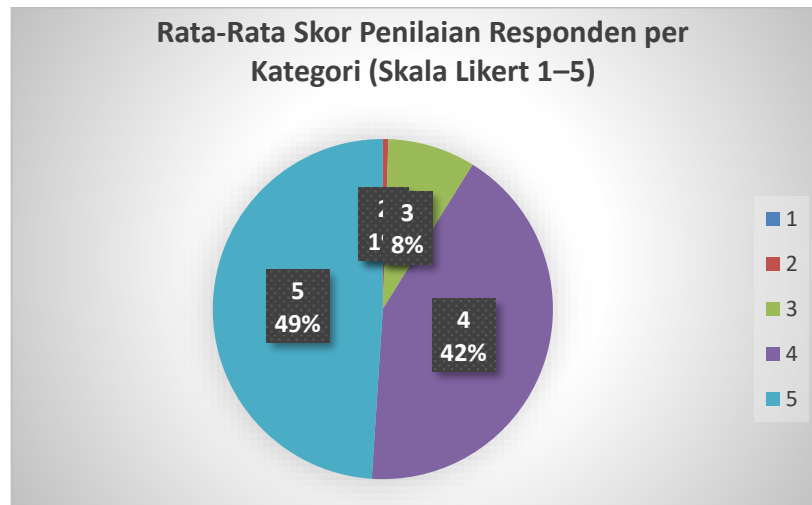
Halaman footer yang ditunjukkan pada Gambar 7, menampilkan deskripsi pengembang serta informasi tambahan terkait platform, sehingga pengguna dapat mengenal tim pengembang dan sumber daya pendukung website.



Gambar 7. Halaman Footer

Hasil Analisis Data Kuesioner

Pengumpulan data dilakukan melalui kuesioner skala Likert pada 15 responden setelah melakukan uji coba website. Data menunjukkan penilaian pengguna terhadap kualitas, fungsi, dan manfaat media pembelajaran berbasis website.



Gambar 8. Rata-rata skor penilaian responden

Berdasarkan Gambar 8, terlihat bahwa penilaian responden didominasi oleh skor tinggi pada skala Likert. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata skor penilaian responden berada pada rentang 4,4 – 4,6 dengan nilai rata-rata keseluruhan sebesar 4,5. Berdasarkan konversi nilai tersebut, persentase kelayakan website sebesar 90%, sehingga website *Virtual Labs Electronics* berada pada kategori “**sangat layak**” sebagai media pembelajaran.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penilaian mahasiswa terhadap website *Virtual Labs Electronics* berada pada kategori “**sangat layak**” sebagai media pembelajaran. Sebagian besar responden memberikan nilai positif pada kualitas dan fungsional website *Virtual Labs Electronics*. Skor rata-rata yang tinggi menunjukkan bahwa media ini dapat memenuhi kebutuhan pengguna dalam melakukan eksperimen praktikum elektronika secara daring. Temuan tersebut didukung oleh penelitian terdahulu Hartini et al., (2022) bahwa penggunaan laboratorium virtual sangat efektif dalam meningkatkan pemahaman elektronika dasar karena memberikan visualisasi langsung terhadap hasil eksperimen. Selain itu, Diraya & Umamah (2022) menemukan bahwa media pembelajaran berbasis website memiliki tingkat kelayakan yang tinggi dan mampu meningkatkan hasil belajar. Dengan demikian, hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa penggunaan media digital interaktif dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih baik dibandingkan metode konvensional. Penilaian yang dominan pada kategori *setuju* dan *sangat setuju* juga memperlihatkan bahwa pengguna merasa terbantu dalam memahami konsep elektronika melalui fitur-fitur yang tersedia. Hal ini menunjukkan bahwa website *Virtual Labs Electronics* dapat menjadi solusi untuk mengatasi keterbatasan pembelajaran praktikum akibat keterbatasan alat laboratorium atau akses yang terbatas. Selain aspek fungsional, penilaian positif juga ditunjukkan pada tampilan antarmuka (UI/UX) yang dinilai sederhana, jelas, serta mudah digunakan. Pengguna dapat menavigasi secara mudah, memilih fitur eksperimen, dan mengubah parameter simulasi. Hal ini menunjukkan bahwa pendekatan desain berbasis *User-Centered Design* (UCD) berhasil diterapkan dalam pengembangan website. Temuan ini sejalan dengan Cahyani & Indriyanti (2022) yang menyatakan bahwa penerapan *User-Centered Design* (UCD) dapat menghasilkan antarmuka yang sederhana, mudah dipahami dan meningkatkan kepuasan pengguna.


Selain itu, fitur eksperimen realistik yang tersedia meliputi beberapa simulasi seperti rangkaian pengukuran resistor, osiloskop digital, dan gerbang logika dinilai sangat membantu dalam menjelaskan konsep-konsep abstrak secara visual. Pada simulasi rangkaian resistor, pengguna dapat melihat perubahan nilai arus dan tegangan secara real-time ketika parameter seperti nilai resistansi atau jenis rangkaian diubah. Hal ini mempermudah pemahaman pengguna terkait Hukum Ohm dan prinsip dasar rangkaian listrik. Kemudian simulasi osiloskop digital memungkinkan pengguna dapat mengamati bentuk gelombang dari berbagai jenis sinyal, sehingga dapat memahami konsep frekuensi, amplitudo, dan fase secara nyata. Sementara itu, simulasi gerbang logika memungkinkan pengguna dapat memahami dasar elektronika digital melalui interaksi langsung dengan input dan output rangkaian logika. Dari aspek teknologi, penggunaan *framework* modern seperti Next.js, Supabase, dan MongoDB memastikan sistem berjalan responsif dan dapat memproses data dengan cepat, sementara *library* visualisasi seperti *Chart.js* dan *Recharts* dapat meningkatkan kualitas dari tampilan grafik yang informatif dan dinamis. Sehingga website dapat diakses melalui perangkat laptop maupun smartphone guna mendukung kebutuhan pembelajaran mandiri, *hybrid*, dan berbasis digital. Temuan ini sejalan dengan penelitian Preprizal & Syah (2020) yang menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis web bersifat fleksibel karena dapat diakses melalui berbagai perangkat untuk mendukung pembelajaran mandiri maupun *hybrid*. Penerapan fitur-fitur ini memberikan kontribusi pada pengalaman belajar yang interaktif, serta menunjukkan bahwa pengembangan teknologi dapat meningkatkan pemahaman konsep serta efektivitas pembelajaran elektronika di era modern. Penelitian Naaziat et al., (2024) memperkuat hasil ini bahwa laboratorium virtual mampu menjadi alternatif pembelajaran yang efektif bagi institusi dengan keterbatasan sarana, karena teknologi interaktif dapat meningkatkan keterlibatan dan efektivitas belajar.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa website *Virtual Labs Electronics* berada pada kategori **“Sangat Layak”** sebagai media pembelajaran. Website ini mampu mengatasi keterbatasan praktikum fisik melalui penyediaan simulasi interaktif yang dapat menampilkan perubahan nilai secara real-time. Fitur-fitur yang tersedia seperti fitur eksperimen rangkaian resistor, osiloskop, dan gerbang logika dinilai membantu memahami konsep dengan jelas secara visualisasi. Hasil analisis kualitatif dari responden juga memperkuat temuan kuantitatif. Beberapa responden menyatakan bahwa simulasi pada website mempermudah pemahaman konsep dasar elektronika, terutama pada materi rangkaian resistor dan logika digital. Selain itu, beberapa responden juga memberikan penilaian terkait fleksibilitas website yang dapat diakses melalui berbagai perangkat memungkinkan pengguna dapat belajar kapan saja dan di mana saja. Meskipun demikian, responden juga memberikan masukan untuk pengembangan lebih lanjut pada website *Virtual Labs Electronics*, seperti peningkatan navigasi website, perbaikan antarmuka yang kurang optimal, serta penambahan fitur seperti penyimpanan hasil eksperimen, tutorial video, kuis, dan materi yang lebih lengkap. Masukan tersebut menunjukkan bahwa website ini telah berfungsi dengan baik, namun masih perlu peningkatan agar menjadi media pembelajaran yang lebih luas, fleksibel, dan sesuai dengan kebutuhan pengguna terutama para pelajar dari SMK/SMA, mahasiswa ataupun praktisi di era digital.

KESIMPULAN

Berdasarkan proses pengembangan, uji coba pengguna, serta analisis respons yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa website *Virtual Labs Electronics* berhasil dikembangkan sebagai media pembelajaran berbasis simulasi yang mudah digunakan serta efektif dalam

Copyright (c) 2026 EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi

 <https://doi.org/10.51878/edutech.v6i1.9187>

mendukung pemahaman konsep elektronika. Website ini menyediakan tiga fitur utama, yaitu Eksperimen Realistik, Materi Lengkap (*E-Book*), dan Analisis Data (*yang masih dalam tahap pengembangan*). Fitur eksperimen mampu menampilkan perubahan parameter secara real-time sehingga mempermudah pengguna dalam memahami konsep dasar elektronika seperti Hukum Ohm, karakteristik sinyal pada osiloskop, dan tabel kebenaran gerbang logika. Hasil uji coba yang melibatkan 15 responden menunjukkan bahwa website dapat berfungsi dengan baik pada perangkat laptop/PC atau smartphone. Hasil penilaian kuantitatif menunjukkan bahwa lebih dari 90% responden memberikan skor *setuju* dan *sangat setuju* terhadap fitur dan kemudahan penggunaan website, dengan skor rata-rata keseluruhan 4,5 dan nilai rata-rata per indikator pada rentang 4,4 – 4,6. Jika dikonversikan ke dalam persentase kelayakan, nilai tersebut sebesar 90%, sehingga termasuk dalam kategori **“Sangat Layak”**. Temuan kualitatif memperkuat hasil tersebut, dengan masukan dari responden yang menyatakan bahwa simulasi pada website membantu memahami konsep elektronika secara visual dan interaktif. Meskipun demikian, beberapa aspek masih perlu untuk ditingkatkan dalam pengembangan yang selanjutnya, seperti penyempurnaan tampilan antarmuka, pengembangan modul materi, dan penambahan fitur simulasi tambahan agar cakupan pembelajaran menjadi lebih luas. Dengan demikian, website *Virtual Labs Electronics* memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai media pembelajaran mandiri maupun praktikum *hybrid* yang dapat meningkatkan pemahaman terhadap konsep-konsep elektronika secara efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, A., May, A., Harefa, L., & Nababan, I. (2024). Sosialisasi penggunaan e-learning untuk meningkatkan keterlibatan mahasiswa dalam proses pembelajaran. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Teknologi Informasi dan Komunikasi (PKM-TIK)*, 1(1), 7–10. <https://journal.itisd.org/index.php/pkm-tik/article/view/18>
- Amanda, F. D., Purwaningsih, S., & Dani, R. (2022). Pengembangan media virtual laboratory menggunakan Adobe Flash CS5.5 pada materi difraksi laser. *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika) FKIP UM Metro*, 10(1), 123–140. <https://ojs.fkip.ummetro.ac.id/index.php/fisika/article/view/4940>
- Annisa, A., Haris, N. F., Farawasi, S. V., Junus, M., & Mutmainah, O. (2023). Evaluasi pengelolaan laboratorium fisika di Kota Samarinda. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika (JLPF)*, 4(1), 52–62. <https://doi.org/10.30872/jlpf.v4i1.1654>
- Cahyani, R. D., & Indriyanti, A. D. (2022). Penerapan metode user centered design dalam perancangan ulang desain website MAN 1 Pasuruan. *Journal of Emerging Information System and Business Intelligence (JEISBI)*, 3(2), 40–48. <https://doi.org/10.26740/jeisbi.v3i2.46197>
- Diraya, I., & Umamah, C. (2022). Pengembangan media pembelajaran fisika berbasis web berbantuan platform Wix pada materi gelombang untuk siswa SMK. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(2), 347. <https://doi.org/10.20527/jipf.v6i2.5321>
- Fadillah, A., Sihombing, V. M., & Fahmi, S. K. (2025). Studi kasus: Minimnya pembelajaran berbasis eksperimen pada mata pelajaran biologi di SMA Nahdlatul Ulama Padangsidempuan. *Jurnal Pendidikan Kimia, Fisika, dan Biologi*, 1(3). <https://doi.org/10.61132/jupenkifb.v1i3.238>
- Hartini, T. I., Martin, Ermawati, I. R., Widyanti, S. T., & Permata, A. (2022). Efektivitas virtual laboratory dalam pembelajaran praktikum elektronika terintegrasi profetik. *JIPFRI*

- (*Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah*), 6(2), 119–125.
<https://doi.org/10.30599/jipfri.v6i2.1623>
- Haryadi, R., & Nurmala, R. (2021). Pengembangan bahan ajar fisika kontekstual dalam meningkatkan motivasi belajar siswa. *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 7(1), 32.
<https://doi.org/10.32699/spektra.v7i1.168>
- Ismanto, & Mulyana, F. (2022). *Dasar-dasar teknik elektronika semester 2*.
- Mahardika, I. K., Subiki, S., Utoyo, E. B., Siswanti, I. W., & Putri, I. Y. P. (2022). Pengaruh media pembelajaran LKPD berbasis virtual laboratorium terhadap hasil belajar fisika siswa SMA pada materi optik. *CERMIN: Jurnal Penelitian*, 6(2), 387.
https://doi.org/10.36841/cermin_unars.v6i2.1804
- Meilina, I. L., Rohmah, A. A., F., D. S. N., A., L. L., & Farikha, N. (2023). Peran laboratorium dalam menunjang pembelajaran fisika melalui kegiatan pengamatan dan percobaan. *Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pembelajaran*, 1(2), 40–50.
<https://doi.org/10.58706/jipp.v1n2.p40-50>
- Naaziat, A., Chaeruman, U. A., & Kusumawardani, D. (2024). Integrasi discovery learning di laboratorium virtual untuk pendidikan elektronika: Tinjauan literatur. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13(4), 4733–4742.
<https://www.jurnaldidaktika.org/contents/article/view/1109>
- Peprizal, & Syah, N. (2020). Pengembangan media pembelajaran berbasis web pada mata pelajaran instalasi penerangan listrik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(3), 455–467.
- Putri, R., & Yefterson, R. B. (2022). Analisis kebutuhan pengembangan media pembelajaran sejarah komik digital. *Jurnal Kronologi*, 4(4), 140–151.
<https://doi.org/10.24036/jk.v4i4.542>
- Rahmi, W., Azis, H., Nasar, I., & Setiawi, A. (2025). Challenges and solutions in the development of educational technology in Indonesia.
<https://doi.org/10.4108/eai.13-12-2024.2355548>
- Suoth, S., Silangen, P., & Rende, J. (2023). Pembelajaran fisika berbasis praktikum Phyphox menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing. *Charm Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(1), 26–30.
<https://doi.org/10.53682/charmsains.v4i1.230>