



**PENGEMBANGAN INTERACTIVE VIRTUAL LABORATORY RANGKAIAN LISTRIK
DASAR SEBAGAI PENDUKUNG MEDIA PEMBELAJARAN**

**Wiwit Indah Rahayu¹, Muhammad Sul Khan Arif¹, Hadi Sugiarto¹,
Sarah Bibi^{2*}**

¹Program Studi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri
Pontianak, Jalan Ahmad Yani, Pontianak, Indonesia

²Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik
Negeri Pontianak, Jalan Ahmad Yani, Pontianak, Indonesia

*email: s.bibbib@gmail.com

Received: December 15, 2023 Accepted: June 25, 2024 Published: June 30, 2024

Abstrak

Perkembangan dunia digital sangat mempengaruhi bidang pendidikan dan pembelajaran, sehingga diperlukan adaptasi untuk mengikuti perkembangan era digital ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah laboratorium virtual interaktif sebagai media pendukung pembelajaran. Penelitian ini menggunakan metode ASSURE melalui pendekatan model pembelajaran yang menggabungkan teknologi dan media pembelajaran yang juga dikenal sebagai metode berorientasi kelas. Implementasinya melibatkan penyediaan materi, pemilihan dan penggunaan metode, bahan ajar, media, serta penentuan peran pengguna dalam proses pembelajaran. Metode ASSURE terdiri dari beberapa tahap yaitu: Analyze learners, State Objectives, Select Methods, Media and Materials, Utilize Media and Materials, Require Learner Participation, Evaluate and Revise. Selanjutnya, dilakukan evaluasi dengan melibatkan mahasiswa sebagai pengguna akhir untuk menguji efektivitasnya. Pengujian dilakukan melalui penilaian laporan akhir praktikum dengan nilai rata-rata dari 26 pengguna sebesar 80.125, nilai tertinggi 88, dan nilai terendah 71. Untuk nilai mutu, sebanyak 13 mahasiswa mendapatkan nilai A dan 11 mahasiswa mendapatkan nilai B. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran berupa simulasi praktikum rangkaian listrik dasar dapat membantu mahasiswa mempersiapkan diri sebelum melakukan praktikum nyata di laboratorium.

Kata kunci: interactive virtual laboratory, media pembelajaran

Abstract

The advancement of the digital world significantly impacts education and learning, necessitating adaptations to keep pace with the digital era. This study aims to develop an interactive virtual laboratory as a supportive learning medium. The research employs the ASSURE method through a classroom-oriented learning model approach that integrates technology and educational media. The implementation involves providing materials, selecting and using methods, instructional materials, media, and defining user roles in the learning process. The ASSURE method encompasses several stages: Analyze learners, State Objectives, Select Methods, Media, and Materials, Utilize Media and Materials, Require Learner Participation, Evaluate and Revise. Subsequently, an evaluation involving students as end-users was conducted to test effectiveness. The assessment was based on final lab report scores from 26 users, with an average score of 80.125, the highest score being 88, and the lowest 71. Regarding quality grades, 13 students received an A and 11 students received a B. This indicates that utilizing a learning medium in the form of a basic electrical circuit simulation can help students prepare before conducting real laboratory experiments.

Keywords: interactive virtual laboratory, learning media



How to cite (in APA style): Rahayu, W. I., Arif, M. S., Sugiarto, H., & Bibi, S. (2024). Pengembangan interactive virtual laboratory rangkaian listrik dasar sebagai pendukung media pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains*, 13(1), 88–101. <https://doi.org/10.31571/saintek.v13i1.6752>

Copyright (c) 2024 Wiwit Indah Rahayu, Muhammad Sul Khan Arif, Hadi Sugiarto, Sarah Bibi
DOI: 10.31571/saintek.v13i1.6752

PENDAHULUAN

Perkembangan perangkat keras dan perangkat lunak yang sangat signifikan telah mempengaruhi bidang pendidikan dan pembelajaran. Agar dapat mengikuti perkembangan era digital, penggunaan teknologi diterapkan sebagai media pembelajaran. Namun, pembelajaran konvensional yang hanya mengandalkan teori dan gambar-gambar statis pada Job Sheet membuat pengguna sulit untuk memvisualisasikan dan mengaplikasikan konsep-konsep tersebut dalam konteks praktis. Hal ini dapat menghambat pemahaman dan minat pengguna terhadap materi pelajaran. Metode pembelajaran konvensional, seperti pendekatan ceramah, digunakan sebagai sarana komunikasi lisan antara guru dan murid selama kegiatan belajar-mengajar, disertai dengan penjelasan, pemberian tugas, dan Latihan (Djamarah & Zain, 2010).

Penggunaan teknologi sebagai media pembelajaran mampu mengubah metode pembelajaran dari media konvensional dua dimensi, seperti Job Sheet, menjadi media virtual tiga dimensi. Media pembelajaran adalah alat yang digunakan untuk menyampaikan pesan atau informasi dengan tujuan pendidikan antara pengirim dan penerima (Arsyad, 2011). Media tiga dimensi memiliki keunggulan dibandingkan dengan media dua dimensi karena dapat menciptakan realitas yang dapat dilihat dan dirasakan secara fisik (Dewi, 2020). Media pembelajaran dapat diartikan sebagai alat atau sarana penunjang yang dapat digunakan seorang guru untuk menyampaikan informasi agar diterima dengan baik oleh penerimanya (Angriani et al., 2020).

Media tiga dimensi merujuk pada sekelompok media yang tidak menggunakan proyeksi dan disajikan secara visual dalam tiga dimensi. Media 3D dapat berupa representasi objek yang mirip dengan benda nyata, baik yang hidup maupun mati, dan dapat juga berwujud sebagai imitasi yang mewakili bentuk aslinya (Daryanto, 2015). Metode pembelajaran virtual menawarkan pendekatan yang lebih interaktif dan menarik bagi pengguna. Untuk mengatasi keterbatasan manusia dalam mengamati objek yang terlalu kecil, rumit, atau sulit diamati secara langsung atau dibawa, media pembelajaran tiga dimensi dapat digunakan (Rahmi et al., 2023).

Virtual laboratory adalah lingkungan simulasi yang memungkinkan praktik tanpa fisik dengan menggunakan bahan prakteknya berupa file data dan referensi literatur (Albu et al., 2004). Virtual laboratory memiliki kelebihan dalam hal kemudahan penggunaan, pemahaman konsep teori yang mudah, ketersediaan waktu yang fleksibel, memberikan kepuasan dalam hal pemahaman teori, menyediakan lingkungan yang aman, mendukung perkembangan keterampilan baru, mendorong kerja sama kelompok, menyediakan tempat yang nyaman, dan memberikan lebih banyak waktu untuk eksperimen (Odeh et al., 2015).

Penelitian sebelumnya oleh Setiawan et al. (2024) menunjukkan bahwa laboratorium virtual, telah terbukti mempermudah pembelajaran praktikum eksperimental, memungkinkan siswa untuk belajar secara mandiri, aktif, interaktif, dan fleksibel. Siswa dapat mengakses dan menjelajahi materi pembelajaran tanpa terbatas oleh waktu dan tempat. Studi oleh Zaturrahmi et al. (2020) mengidentifikasi kelebihan dan tantangan dalam penggunaan laboratorium virtual dalam pembelajaran. Santoso & Munawanto (2020) menekankan kendala dalam pembelajaran rangkaian listrik dan kebutuhan untuk menerapkan metode yang lebih interaktif. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan laboratorium virtual dapat meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan siswa dalam memahami dasar rangkaian listrik.

Penggunaan teknologi dalam pembelajaran rangkaian listrik juga ditunjukkan dalam penelitian Veza et al. (2022), yang menunjukkan bahwa laboratorium virtual dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Hasil studi ini juga mencatat bahwa laboratorium virtual membantu siswa memvisualisasikan konsep-konsep abstrak dan dapat berfungsi sebagai pengganti eksperimen yang sulit atau berisiko dilakukan dalam lingkungan fisik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah interactive virtual laboratory sebagai media pendukung pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi digital. Teknologi ini memungkinkan pengguna melakukan percobaan dan simulasi tiga dimensi melalui komputer atau perangkat gadget lainnya sebelum melakukan praktikum dengan komponen kelistrikan secara nyata. Interactive virtual laboratory yang dirancang memungkinkan pengguna mengamati fungsi komponen kelistrikan dengan lebih jelas dan detail dalam bentuk tiga dimensi. Pengguna juga dapat melakukan percobaan dengan merangkai komponen kelistrikan secara virtual sebelum mencoba secara nyata. Pembelajaran virtual ini membantu pengguna memahami konsep dasar dan hubungan antara komponen dalam rangkaian listrik.

Untuk menghasilkan interactive virtual laboratory yang baik, diperlukan pemilihan perangkat yang tepat dalam perancangan modul rangkaian virtual, salah satunya dengan memanfaatkan teknologi tiga dimensi. Selain itu, diperlukan perancangan antarmuka yang menarik dan ramah pengguna sehingga mudah digunakan untuk simulasi pembelajaran rangkaian listrik agar lebih efektif. Persepsi siswa dan pendidik terhadap laboratorium virtual berdasarkan studi oleh AY & Yilmaz (2015) menunjukkan bahwa mayoritas siswa dan pendidik melihat laboratorium virtual sebagai alat yang efektif untuk meningkatkan pemahaman dan minat siswa dalam rangkaian listrik.

Berbagai teknologi dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran virtual, termasuk audio tape, televisi, video konferensi, surel elektronik, konferensi komputer, dan internet sesuai dengan kebutuhan laboratorium serta tujuan pembuatannya. Dalam penelitian ini, perangkat yang digunakan adalah smartphone dengan sistem operasi Android. Sistem operasi Android didukung oleh banyak aplikasi yang tersedia secara gratis. Banyak pengembang memilih untuk menciptakan aplikasi untuk OS Android karena lebih banyak digunakan oleh berbagai lapisan masyarakat (Triatmaja et al., 2021).

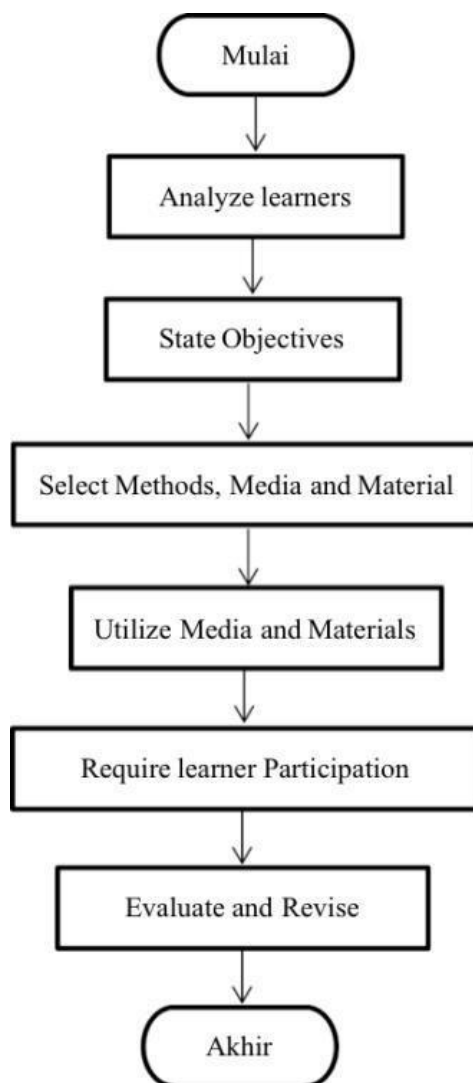
Penelitian ini mengembangkan produk interactive virtual laboratory berbasis web, sehingga dapat digunakan di mana saja dan kapan saja selama memiliki perangkat Android dan terhubung ke internet. Teknologi ini memungkinkan pengguna melakukan percobaan dan simulasi tiga dimensi melalui komputer atau perangkat gadget lainnya sebelum melakukan praktikum dengan komponen kelistrikan secara nyata.

Salah satu pembelajaran yang dipraktikkan di laboratorium adalah rangkaian listrik, yang menggunakan komponen kelistrikan dalam praktiknya. Oleh karena itu, diperlukan perancangan media pembelajaran berupa interactive virtual laboratory untuk mensimulasikan komponen yang digunakan saat praktikum. Komponen yang digunakan berdasar pada job sheets yang merupakan panduan dalam kegiatan praktikum. Interactive virtual laboratory yang dirancang memungkinkan pengguna mengamati fungsi komponen kelistrikan dengan lebih jelas dan detail dalam bentuk tiga dimensi. Pengguna juga dapat melakukan percobaan dengan merangkai komponen kelistrikan secara virtual sebelum mencoba secara nyata.

Setelah menghasilkan rancangan interactive virtual laboratory, dilakukan evaluasi dengan melibatkan mahasiswa sebagai pengguna akhir untuk menguji efektivitas. Uji efektivitas ini dilakukan untuk mengetahui kebermanfaatan interactive virtual laboratory dalam membantu mahasiswa memahami secara konseptual pembelajaran rangkaian listrik, sehingga memberikan umpan balik positif mengenai sifat interaktif dan aksesibilitas laboratorium virtual ini. Penelitian ini menunjukkan potensi interactive virtual laboratory sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan perkembangan pendidikan dan pembelajaran. Secara keseluruhan, penelitian ini menghasilkan pengembangan dan evaluasi interactive virtual laboratory untuk rangkaian listrik dasar, dengan fokus pada efektivitas dalam meningkatkan pemahaman serta peran pengguna dalam proses pembelajaran rangkaian listrik dasar.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode ASSURE, sebuah desain pembelajaran yang sederhana, mudah dipahami, dan mengoptimalkan penggunaan media serta teknologi. Model ini dirancang untuk menciptakan kegiatan pembelajaran yang efektif dan efisien, terutama ketika media dan teknologi digunakan dalam proses pembelajaran. Dalam penerapannya, kami tidak hanya memberikan materi, tetapi juga memilih dan memanfaatkan metode, bahan ajar, media, serta menentukan peran pengguna dalam proses pembelajaran. Gambar 1 menunjukkan diagram alir dari tahapan dalam metode ASSURE.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Metode Assure merupakan metode yang praktis karena langkahnya sistematis sehingga mudah untuk diterapkan (Smaldino et al., 2019). Terdapat beberapa tahapan dalam metode Assure, yaitu:

***Analyze learners* (menganalisis pengguna)**

Pada tahap ini dilakukan identifikasi terhadap pengguna untuk mengetahui karakteristiknya sebelum menentukan tujuan pembelajaran, yang terdiri dari:

1. Karakteristik umum.
2. Kompetensi awal pengguna (pengetahuan, keterampilan, dan cara berpikir tentang sebuah topik).

3. Gaya belajar pengguna.

State Objectives (Merumuskan tujuan pembelajaran atau kompetensi)

Kompetensi, keterampilan, dan sikap yang dimiliki oleh pengguna pada saat melakukan proses pembelajaran dapat digunakan untuk merumuskan tujuan pembelajaran. Selain itu tujuan pembelajaran juga dapat menggunakan sumber yang berasal dari silabus atau kurikulum.

Select Methods, Media and Materials (Memilih metode, media dan bahan ajar)

Metode yang digunakan harus sesuai agar dapat membantu pengguna dalam mencapai rumusan tujuan pembelajaran. Adapun langkah dalam memilih metode yaitu:

1. Menentukan metode yang tepat untuk kegiatan belajar sesuai dengan kondisi.
2. Menggunakan media yang sesuai dengan metode yang akan diimplementasikan.
3. Membuat bahan ajar yang sesuai dengan tujuan pembelajaran.

Utilize Media and Materials (Memanfaatkan media dan bahan ajar)

Dalam pelaksanaan proses pembelajaran akan menggunakan media dan bahan ajar yang dirancang, adapun tahapannya yaitu:

1. Mengkaji bahan ajar
2. Menyiapkan bahan ajar
3. Menyiapkan lingkungan pembelajaran
4. Persiapan pengguna
5. Memberikan pengalaman belajar

Require Learner Participation (Melibatkan pengguna dalam proses pembelajaran)

Siswa harus aktif terlibat dalam proses pembelajaran dan memberikan umpan balik tentang pengetahuan hasil belajar untuk memotivasi mereka agar berprestasi lebih baik. Keterlibatan mental siswa secara aktif dengan materi yang dipelajari sangat penting untuk efektivitas dan efisiensi pembelajaran. Contoh keterlibatan ini adalah pemberian latihan soal yang memotivasi siswa untuk memahami materi yang sedang dipelajari. Setelah aktif dalam proses pembelajaran, umpan balik tentang hasil belajar akan memotivasi siswa untuk mencapai prestasi yang lebih tinggi.

Evaluate and Revise (Melakukan Evaluasi dan Revisi)


Proses evaluasi dilakukan terhadap mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Pontianak yang berjumlah 26 orang, agar dapat memperoleh gambaran tentang kualitas program pembelajaran dengan cara menilai efektifitas dan efisiensi proses pembelajaran serta pencapaian hasil pembelajaran pengguna. Adapun yang menjadi indikator penilaiannya terdiri dari sikap, aktivitas, rangkaian (pemahaman rangkaian dan prosedur pengambilan data), pengetahuan (tugas pendahuluan dan teori dasar), data, analisis, kesimpulan serta kerapian dan bahasa. Sedangkan tahapannya terdiri dari:

1. Menilai Prestasi/ Hasil Belajar Siswa
2. Mengevaluasi dan Merevisi Strategi, Teknologi, dan Media

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan berdasarkan model ASSURE untuk produk pembelajaran. Model ASSURE terdiri dari enam tahapan yaitu Analyze Learners, State Objectives, Select Methods, Utilize Media and Materials, Require Learner Participation, dan Evaluate and Revise. Pada tahap pertama, Analyze Learners, hasil pengamatan menunjukkan bahwa proses belajar mengajar pada mata kuliah Rangkaian Listrik di Program Studi Teknik Rekayasa Sistem Elektronika, Politeknik Negeri Pontianak masih dilakukan secara konvensional. Sebelum melakukan praktikum, dosen menjelaskan terlebih dahulu materi yang terdapat pada jobsheet serta cara penggunaan alat dan

bahan. Saat ini, belum ada media pembelajaran tambahan yang digunakan untuk membantu proses pembelajaran. Mahasiswa hanya diberikan jobsheet dalam bentuk dua dimensi sebagai panduan praktikum, yang tidak mampu memberikan visualisasi alat dan bahan yang akan digunakan. Gambar 2 menyajikan tampilan jobsheet mata kuliah Rangkaian Listrik pada pembahasan Hukum Ohm.

	POLITEKNIK NEGERI PONTIANAK		
	Lab. Teknik Elektronika	NO. JOB	Semester : 1
	Jurusan Teknik Elektro	1	Waktu : 10 Jam
HUKUM OHM (OHM'S LAW)			

I. Tujuan

Selesai melaksanakan praktikum ini, peserta diharapkan dapat :

1. Membuktikan kebenaran hukum Ohm dengan percobaan.
2. Menganalisa hubungan antara tegangan dan arus listrik pada suatu nilai resistansi tertentu.
3. Menganalisa hubungan antara arus dan resistansi pada tegangan tertentu.
4. Menggambar grafik tegangan fungsi arus pada beberapa nilai resistansi yang berbeda.

II. Teori Dasar

Hukum Ohm mendefinisikan hubungan antara tegangan (V), arus (I) dan resistansi (R). Ini memperlihatkan bahwa tegangan sebanding dengan arus dan resistansi, arus dan resistansi adalah berbanding terbalik satu sama lain. Tegangan mengacu pada perbedaan antara dua titik. Simbolnya dinyatakan dengan "V" dan satuannya V (Volt). Arus mengacu pada perpindahan dari muatan-muatan positif dan arah gerakannya di set pada arah positif (+). Disimbolkan sebagai "I" dan satuannya A (Ampere). Resistansi, dinyatakan sebagai "R", mendefinisikan tingkat hambatan arus dan satuannya Ω (Ohm). Misalkan, ada arus sebesar 1 A mengalir pada tegangan 1 V, maka resistansi dari rangkaian adalah 1 Ω .

Persamaan aritmetik dari hukum Ohm adalah sebagai berikut :

$$V = I \times R \qquad I = \frac{V}{R} \qquad R = \frac{V}{I}$$

Gambar 2. Jobsheet Hukum Ohm

Pada tahap kedua, yaitu State Objectives, dirumuskan tujuan pembelajaran dengan mengidentifikasi kompetensi inti yang harus dikuasai siswa. Kompetensi tersebut mencakup pemahaman konsep dasar listrik serta keterampilan praktis dalam merancang dan menganalisis rangkaian listrik. Tujuan pembelajaran untuk rangkaian listrik dasar mencakup kemampuan siswa dalam menjelaskan hukum Ohm, merancang rangkaian listrik, dan menggunakan alat ukur dengan benar. Rangkaian listrik terdiri dari berbagai elemen elektronik yang dihubungkan untuk melakukan tugas tertentu, dan pemahaman ini mencakup analisis serta desain rangkaian menggunakan hukum-hukum dasar dan prinsip-prinsip analisis rangkaian (Boylestad & Nashelsky, 2013). Pemahaman tersebut juga mencakup teori dasar arus dan tegangan, serta bagaimana komponen-komponen listrik digabungkan dalam konfigurasi seri dan paralel untuk membentuk rangkaian yang dapat memproses dan mengalirkan energi Listrik (Floyd et al., 2021). Indikator keberhasilan dan metode evaluasi yang

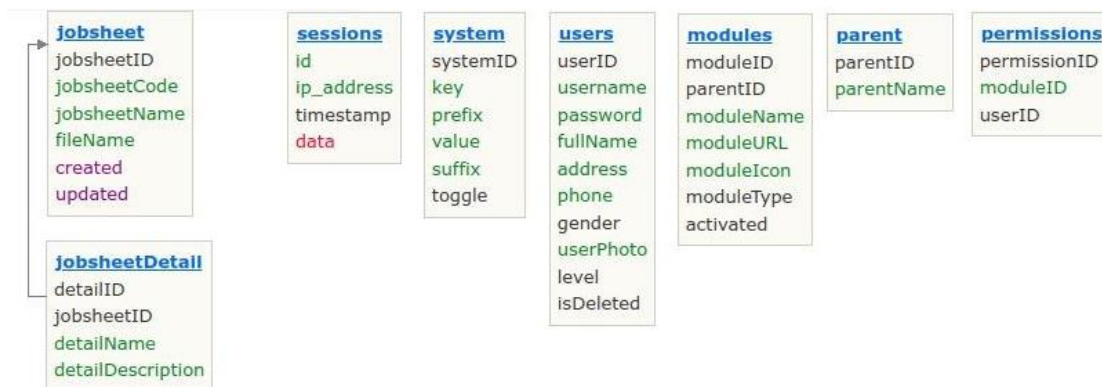
sesuai dikembangkan untuk mengukur pencapaian tujuan, memastikan laboratorium virtual efektif dalam meningkatkan kompetensi siswa di bidang rangkaian listrik dasar.

Alat dan bahan yang akan digunakan pada Jobsheet 1 (Hukum Ohm) adalah sebagai berikut. DC Power Supply berfungsi sebagai perangkat yang menyediakan energi listrik kepada sistem atau komponen elektronik. Power supply dapat mengubah sumber energi listrik dari satu bentuk ke bentuk lain, misalnya dari AC ke DC, dan menstabilkan tegangan atau arus sesuai kebutuhan spesifik perangkat (Horowitz & Hill, 2015). Power supply ini bisa berupa baterai, adaptor, atau catu daya yang dirancang untuk memberikan tegangan atau arus yang stabil dan sesuai dengan kebutuhan beban atau perangkat (Alexander & Sadiku, 2018). Catu daya DC mengubah arus listrik bolak-balik menjadi arus listrik searah dan merupakan bagian penting dalam elektronika (Sitohang et al., 2018).

Selanjutnya, Multimeter Analog adalah alat ukur listrik yang digunakan untuk mengukur berbagai parameter listrik seperti tegangan, arus, dan resistansi dengan menggunakan jarum analog yang bergerak pada skala analog (Hambley, 2021). Dan yang terakhir, resistansi yang akan digunakan meliputi resistor 100 Ω , resistor 1,2 K Ω , papan Protoboard, dan kabel jumper secukupnya. Resistor adalah komponen yang membatasi aliran arus listrik dan memiliki nilai resistansi tertentu (Kurtz, 2021).

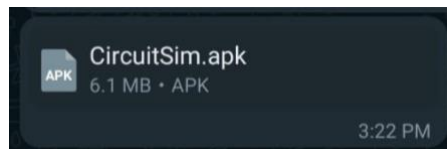
Tahap ketiga terdiri dari Select Methods, Media and Materials, yaitu dilakukan pemilihan metode pembelajaran yang sesuai dengan kondisi dan kebutuhan siswa. Metode yang dipilih mencakup pendekatan interaktif dan praktis yang memanfaatkan simulasi virtual untuk memberikan pengalaman belajar yang mendalam. Pembelajaran ini memungkinkan siswa menganalisis rangkaian listrik secara mandiri sesuai dengan jobsheet, sementara diskusi kelompok dan tugas kolaboratif berupa praktikum digunakan untuk meningkatkan keterampilan komunikasi dan kerja sama. Kemudian memilih dan mengembangkan media pembelajaran yang mendukung pendekatan interaktif dan praktis. Media utama yang digunakan adalah laboratorium virtual yang memungkinkan siswa melakukan simulasi rangkaian listrik secara real-time. Platform ini dilengkapi dengan berbagai alat dan komponen virtual yang dapat diakses dan digunakan oleh siswa untuk merancang, mengukur, dan menganalisis rangkaian listrik. Selain itu, peneliti juga menggunakan video tutorial, modul interaktif, dan forum diskusi online untuk melengkapi pengalaman belajar. Media-media ini dipilih untuk memfasilitasi pembelajaran berbasis proyek dan kolaboratif, serta menyediakan evaluasi formatif melalui kuis online dan umpan balik langsung. Dengan demikian, penggunaan media ini memastikan bahwa metode pembelajaran yang interaktif dan praktis dapat diimplementasikan secara efektif, meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa dalam rangkaian listrik dasar. Untuk mendukung pemahaman konsep dasar listrik dan keterampilan praktis mahasiswa diperlukan pengembangan materi bahan ajar yang mencakup modul pembelajaran digital yang berisi teori rangkaian listrik, ilustrasi visual, dan langkah-langkah praktikum yang terperinci. Setiap modul dirancang agar interaktif, dengan latihan soal dan simulasi yang dapat diakses melalui laboratorium virtual. Dengan demikian, bahan ajar yang disusun memastikan bahwa tujuan pembelajaran tercapai, membantu dalam menguasai materi secara efektif dan interaktif.

Tahapan keempat, yaitu Utilize Media and Materials, melibatkan beberapa langkah dalam mengembangkan media pembelajaran interactive virtual laboratory untuk rangkaian listrik dasar. Basis data adalah kumpulan data yang terorganisir dalam struktur yang mendukung operasi seperti pencarian, pembaruan, dan penghapusan data (Silberschatz et al., 2019). Pendekatan praktis dalam desain dan pengelolaan basis data, termasuk teknik-teknik untuk memastikan kinerja dan integritas basis data, sangat penting (Harrington, 2016). Pendekatan berbasis basis data dapat meningkatkan pengalaman belajar siswa di platform pendidikan online dengan memanfaatkan data untuk personalisasi dan adaptasi konten (Zhang, 2024). Rancangan basis data untuk pengembangan media pembelajaran interactive virtual laboratory rangkaian listrik dasar terdiri dari tujuh entitas beserta atribut yang saling memiliki relasi. Hasil rancangan basis data disajikan pada Gambar 3.

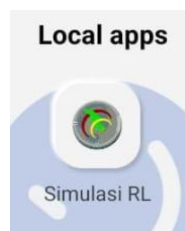


Gambar 3. Rancangan Basis Data

Rancangan antarmuka sistem menggunakan framework Bootstrap untuk membuat tampilan web dan JavaScript untuk membangun interaktivitas pada halaman-halaman website tersebut. Aplikasi ini dapat berjalan pada website maupun perangkat handphone. Pada website, aplikasi ini dapat diakses melalui tautan circuitsim.optimastudio.id Gambar 4. Namun, untuk menjalankan pada perangkat handphone, pengguna diwajibkan untuk mengunduh dan menginstal aplikasi simulasi rangkaian listrik dasar ini. Aplikasi ini disarankan untuk penggunaan smartphome Android dengan versi minimal Android 7.0. Setelah menginstal, pada layar handphone akan terdapat ikon Simulasi RL (Gambar 5).



Gambar 4. Tampilan installer aplikasi simulasi rangkaian listrik dasar

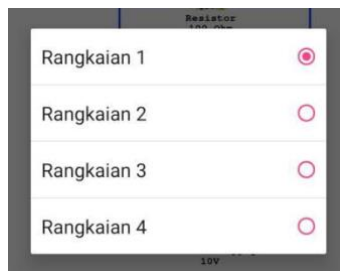


Gambar 5. Tampilan icon aplikasi Simulasi RL pada layar handphone

Halaman utama aplikasi simulasi rangkaian Listrik dasar disajikan pada Gambar 6. Halaman utama aplikasi ini didesain dengan tampilan minimalis agar pengguna lebih mudah dalam menggunakannya, sehingga fitur yang ada langsung dapat menuju ke materi jobsheet yang dapat dipilih oleh pengguna sesuai dengan keinginan mereka. Pada halaman ini terdapat empat pilihan rangkaian, dan masing-masing rangkaian memiliki gambar rangkaian yang berbeda seperti Gambar 7. Pada tampilan jobsheet 1 terdapat fitur "lihat pdf" yang berfungsi untuk menampilkan materi jobsheet (Gambar 8). Selain itu, pengguna juga dapat mengunduh file jobsheet tersebut jika diperlukan (Gambar 9).



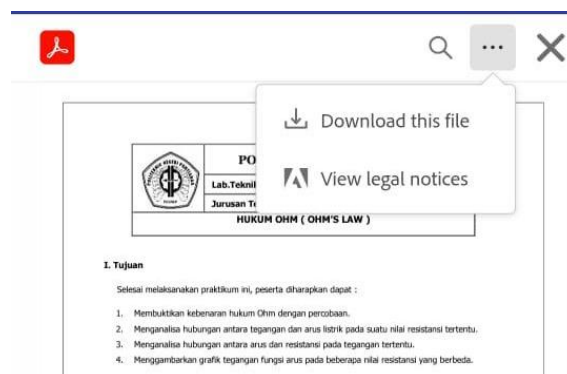
Gambar 6. Halaman utama aplikasi Simulasi RL



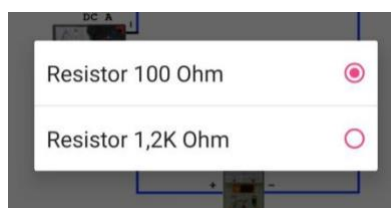
Gambar 7. Halaman job sheet 1 pilihan rangkaian aplikasi Simulasi RL



Gambar 8. Halaman job sheet 1 aplikasi Simulasi RL

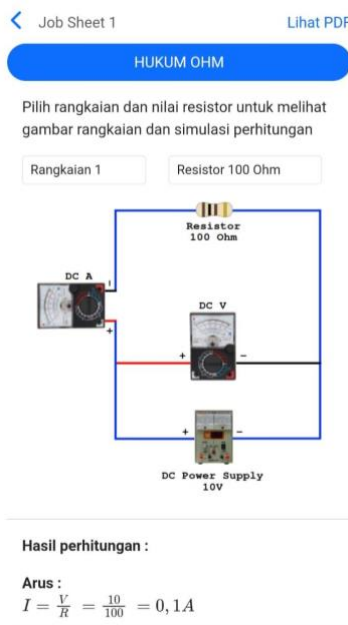


Gambar 9. Halaman materi job sheet 1 aplikasi Simulasi RL



Gambar 10. Halaman job sheet 1 pilihan resistor aplikasi Simulasi RL

Setelah memilih jenis rangkaian, pengguna dapat memilih jenis besaran resistor yang diinginkan (Gambar 10). Gambar resistor yang ditampilkan pada gambar rangkaian memiliki kode warna yang berbeda sesuai dengan nilai resistor (Gambar 11). Gambar resistor tersebut berfungsi untuk mengenalkan pengguna pada kode warna di tiap resistor. Jenis besaran resistor yang dipilih akan menentukan besaran arus yang dihasilkan dan dapat dilihat perhitungannya pada aplikasi. Berdasarkan hasil simulasi rangkaian 1 yang menggunakan resistor 100 ohm dengan tegangan sumber sebesar 10 volt, perhitungan arus yang dihasilkan sebesar 0,1 ampere.



Gambar 11. Job sheet 1 rangkaian 1 resistor 100 ohm

Tahapan kelima yaitu *Require Learner Participation* yaitu melibatkan pengguna dalam proses pembelajaran dengan mengajak mahasiswa untuk berpartisipasi secara aktif melalui berbagai kegiatan interaktif dalam laboratorium virtual seperti melakukan simulasi rangkaian listrik yang memungkinkan untuk menerapkan konsep rangkaian listrik yang dipelajari. Dengan pendekatan ini, mahasiswa tidak hanya menjadi penerima informasi, tetapi juga berperan aktif dalam proses belajar, yang meningkatkan keterlibatan dan pemahaman mereka terhadap materi rangkaian listrik dasar.

Tahap keenam yaitu *evaluate and revise* yaitu melakukan evaluasi menyeluruh terhadap efektivitas laboratorium virtual sebagai media pembelajaran. Evaluasi dilakukan melalui berbagai metode, seperti analisis hasil belajar mahasiswa, serta observasi selama penggunaan laboratorium virtual. Data yang diperoleh digunakan untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan dari laboratorium virtual. Berdasarkan hasil tersebut kemudian dilakukan revisi dan perbaikan, seperti meningkatkan antarmuka pengguna, menambahkan fitur-fitur interaktif, serta memperbaiki modul pembelajaran dan panduan eksperimen agar lebih jelas dan mudah dipahami. Revisi ini bertujuan untuk memastikan bahwa laboratorium virtual tidak hanya efektif dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan siswa, tetapi juga *user-friendly* dan dapat diintegrasikan dengan baik dalam proses pembelajaran.

Dalam melakukan penilaian hasil belajar pengguna menggunakan sistem penilaian acuan patokan (PAP) sesuai dengan panduan akademik Jurusan Teknik Elektro dengan ketentuan yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sistem penilaia acuan patokan (PAP)

Bobot angka	Nilai mutu	Bobot nilai	Keterangan
80,51 - 100	A	4	Sangat baik
65,51 - 80,50	B	3	Baik
50,51 - 65,50	C	2	Cukup
34,51 - 50,50	D	1	Kurang
0,00 - 34,50	E	0	Gagal

Sedangkan untuk komponen penilaian setiap mata kuliah praktikum di laboratorium menggunakan ketentuan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komponen penilaian mata kuliah di laboratorium

Komponen penilaian	Bobot
Sikap	5%
Aktivitas	10%
Rangkaian:	
1. Pemahaman rangkaian	10%
2. Prosedur pengambilan data	5%
Pengetahuan:	
1. Tugas pendahuluan	5%
2. Teori dasar	5%
Data	10%
Analisis	30%
Kesimpulan	15%
Kerapihan dan bahasa	5%
Jumlah	100%

Tabel 3 menyajikan hasil laporan praktikum mahasiswa Job Sheet 1 Mata Kuliah Rangkaian Listrik.

Tabel 3. Nilai praktikum mahasiswa dengan penggunaan media dan tanpa penggunaan media pembelajaran

No	Menggunakan media pembelajaran		Tanpa menggunakan media pembelajaran	
	Kode Mahasiswa	Nilai	Kode Mahasiswa	Nilai
1	A1	83	B1	70
2	A2	84	B2	65
3	A3	79	B3	65
4	A4	83	B4	66
5	A5	82	B5	69
6	A6	80	B6	71
7	A7	82	B7	71
8	A8	83	B8	65
9	A9	82	B9	68
10	A10	86	B10	64
11	A11	82	B11	77
12	A12	72	B12	74
13	A13	72	B13	66
14	A14	78	B14	83

Menggunakan media pembelajaran			Tanpa menggunakan media pembelajaran	
No	Kode Mahasiswa	Nilai	Kode Mahasiswa	Nilai
15	A15	71	B15	75
16	A16	81	B16	75
17	A17	80	B17	75
18	A18	84	B18	67
19	A19	88	B19	80
20	A20	75	B20	78
21	A21	81	B21	78
22	A22	79	B22	71
23	A23	79	B23	68
24	A24	79	B24	74
25	A25	76	B25	87
Rata-rata		80.04	Rata-rata	72.08

Berdasarkan hasil laporan penilaian praktikum job sheet 1 mata kuliah Rangkaian Listrik, nilai rata-rata yang dihasilkan dari kelas 1A sebanyak 25 mahasiswa yaitu 80.04 dengan nilai tertinggi 88 dan nilai terendah sebesar 71. Sedangkan nilai rata-rata kelas 1B sebanyak 24 mahasiswa yaitu 72.08 dengan nilai tertinggi 87 dan nilai terendah sebesar 65. Adapun nilai tertinggi sebesar 88 dan nilai terendah sebesar 71. Pada keterangan kriteria c.(1) yaitu Pemahaman memiliki nilai maksimum yaitu 10, dari hasil yang diperoleh oleh mahasiswa pada tabel 3 bahwa pada penilaian dengan keterangan kriteria c.(1) yaitu Pemahaman rangkaian, nilai mahasiswa kelas 1A memiliki nilai yang lebih tinggi dengan rata-rata yaitu 8.84, sedangkan pada tabel 4 dengan keterangan kriteria c.(1) yaitu Pemahaman rangkaian rata-rata kelas 1B yaitu 7.36. Kelas 1A mendapat nilai pemahaman rangkaian yang lebih tinggi karena diberikan akses untuk belajar melalui media pembelajaran terlebih dahulu sebelum melakukan praktikum di kelas. Melalui media pembelajaran itu mahasiswa dapat mempelajari bentuk rangkaian yang benar sesuai dengan job sheet yang disediakan. Sedangkan untuk nilai mutu, sebanyak 13 orang mahasiswa mendapatkan nilai A dan 11 orang mahasiswa mendapatkan nilai B. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan bantuan media pembelajaran berupa simulasi praktikum rangkaian listrik dasar dapat membantu mahasiswa mempersiapkan diri sebelum melakukan praktikum secara nyata di laboratorium.

Dari penjelasan di atas adalah bahwa penggunaan media pembelajaran awal sebelum praktik, seperti yang diterapkan di kelas 1A, secara signifikan meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep rangkaian listrik. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian de Moura & de Moura (2016), yang menunjukkan bahwa penggunaan laboratorium virtual dalam pembelajaran juga meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan siswa dalam dasar rangkaian listrik. Keduanya menegaskan bahwa teknologi dan media pembelajaran berperan penting dalam mempersiapkan siswa sebelum terlibat dalam praktik langsung, sehingga memperdalam pemahaman dan meningkatkan efektivitas pembelajaran.

Hal tersebut sejalan dengan Penelitian pada kelas 1A yang menunjukkan peningkatan pemahaman rangkaian melalui media pembelajaran awal mendukung temuan dari Khaddaj & Marmar (2016) yang menyatakan bahwa laboratorium virtual meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa. Keduanya menegaskan bahwa penggunaan teknologi dalam pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman, motivasi, dan keterlibatan siswa, serta mempersiapkan mereka lebih baik untuk praktik langsung. Keduanya menunjukkan bahwa integrasi teknologi dalam proses pembelajaran berperan penting dalam meningkatkan efektivitas dan kualitas pembelajaran dengan mempersiapkan siswa lebih baik untuk praktik langsung.

SIMPULAN

Interactive virtual laboratory ini dikembangkan sebagai pendukung media pembelajaran rangkaian listrik dasar agar dapat membantu pengguna dalam memahami Jobsheet melalui simulasi yang dapat dilakukan secara mandiri. Media ini juga dapat membantu pengajar dalam menjelaskan Jobsheet secara visual, dengan tujuan agar pengguna lebih siap sebelum melakukan praktikum di laboratorium. Pengguna dapat mengenal alat dan bahan praktikum secara rinci serta dapat mempelajari kembali setelah melakukan praktikum, hal ini dapat dilakukan karena media pembelajaran ini dapat diakses tanpa terbatas tempat dan waktu. Selain mengenal alat dan bahan pengguna juga dapat melakukan simulasi perhitungan terhadap besaran arus, hambatan maupun tegangan pada sebuah simulasi rangkaian listrik.

REFERENSI

- Albu, M., Holbert, K. E., Heydt, G. T., Grigorescu, S., & Trusca, V. (2004). Embedding remote experimentation in power engineering education. *Power Systems, IEEE Transactions On*, 19, 139–143. <https://doi.org/10.1109/TPWRS.2003.821020>
- Alexander, C. K., & Sadiku, M. N. O. (2018). *Fundamentals of electric circuits (6th ed.)*. McGraw-Hill Education.
- Angriani, A. D., Kusumayanti, A., & Yuliany, N. (2020). Pengembangan media pembelajaran digital book pada materi aljabar. *Delta-Pi: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 9(2), Article 2. <https://doi.org/10.33387/dpi.v9i2.2244>
- Arsyad, A. (2011). *Media pembelajaran*. PT Raja grafindo persada.
- AY, Ö., & Yilmaz, S. (2015). Effects of virtual experiments oriented science instruction on students' achievement and attitude. *İlköğretim Online*, 14. <https://doi.org/10.17051/io.2015.25820>
- Boylestad, R. L., & Nashelsky, L. (2013). *Electronic devices and circuit theory (11th ed.)*. Pearson Prentice Hall.
- Daryanto, D. (2015). *Media pembelajaran*. Sarana Tutorial Nurani Sejahtera.
- de Moura, A. P., & de Moura, A. A. (2016). Use of virtual industry and laboratory machines to teach electric circuit theory. *International Journal of Electrical Engineering & Education*, 53(4), 371–383. <https://doi.org/10.1177/0020720916631564>
- Dewi, R. K. (2020). Pemanfaatan media 3 dimensi berbasis virtual reality untuk meningkatkan minat dan hasil belajar ipa siswa kelas v sd. *Jurnal Pendidikan*, 21(1), Article 1. <https://doi.org/10.33830/jp.v21i1.732.2020>
- Djamarah, S. B., & Zain, A. (2010). *Strategi belajar mengajar*. Rineka Cipta.
- Floyd, T. L., Buchla, D. M., & Wetterling, S. (2021). *Electronic devices (Conventional Current Version)*. Pearson. <https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/electronic-devices-conventional-current-version/P200000001047/9780137526642>
- Hambley, A. R. (2021). *Electrical engineering: Principles & applications*. Pearson. <https://www.pearson.com/en-us/subject-catalog/p/electrical-engineering-principles--applications/P200000003555/9780137562855>
- Harrington, J. L. (2016). *Relational database design and implementation*. <https://shop.elsevier.com/books/relational-database-design-and-implementation/harrington/978-0-12-804399-8>
- Horowitz, P., & Hill, W. (2015). *The art of electronics*. Cambridge University Press. <https://www.cambridge.org/id/academic/subjects/physics/electronics-physicists/art-electronics-3rd-edition>, <https://www.cambridge.org/id/academic/subjects/physics/electronics-physicists>
- Khaddaj, S. I., & Marmar, A. R. (2016). Electric circuit interactive laboratory. *International Journal of Electrical Engineering & Education*, 53(3), 195–211. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0020720915611429>

- Kurtz, T. (2021). *Introduction to electrical engineering (4th ed)*. Pearson.
- Odeh, S., Shanab, S. A., & Anabtawi, M. (2015). Augmented reality internet labs versus its traditional and virtual equivalence. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 10(3), Article 3. <https://doi.org/10.3991/ijet.v10i3.4354>
- Rahmi, W. J., Samala, A. D., Wahyuni, T. S., & Delianti, V. I. (2023). Media interaktif augmented reality: pengenalan bagian-bagian otak manusia. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika dan Informatika)*, 11(4), Article 4. <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v11i4.124717>
- Santoso, P. H., & Munawanto, N. (2020). Approaching electrical circuit understanding with circuit builder virtual laboratory. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 9(2), Article 2. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v9i2.5976>
- Setiawan, W., Sugianto, Riandi, & Prasetyo, Y. (2024). Technology empowerment in learning: student perspective study on virtual laboratory to support independent learning in independent campus. *KnE Social Sciences*, 814–822. <https://doi.org/10.18502/kss.v9i8.15655>
- Silberschatz, A., Korth, H. F., & Sudarshan, S. (2019). *Database system concepts—7th edition*. McGraw-Hill. <https://db-book.com/>
- Sitohang, E. P., Mamahit, D. J., & Tulung, N. S. (2018). Rancang bangun catu daya dc menggunakan mikrokontroler ATmega 8535. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 7(2), Article 2. <https://doi.org/10.35793/jtek.v7i2.19615>
- Smaldino, S. E., Lowther, D. L., Mims, C., & Russell, J. D. (2019). *Instructional technology and media for learning* (12th Edition). Pearson Education, Inc.
- Triatmaja, A. K., Muchlas, M., & Wardana, Y. (2021). Virtual laboratorium teknik digital berbasis mobile virtual reality. *Jurnal Edukasi Elektro*, 5(1), Article 1. <https://doi.org/10.21831/jee.v5i1.38705>
- Veza, I., Sule, A., Putra, N., Idris, M., Ghazali, I., Irianto, I., Pendit, U., Mosliano, G., & Arasmatusy. (2022). Virtual laboratory for engineering education: Review of virtual laboratory for students learning. *Engineering Science Letter*, 1, 41–46. <https://doi.org/10.56741/esl.v1i02.138>
- Zaturrahmi, Z., Festiyed, F., & Ellizar, E. (2020). The utilization of virtual laboratory in learning: A Meta-analysis. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2), Article 2. <https://doi.org/10.24042/ijsme.v3i2.6474>
- Zhang, Z. (2024). *Revolutionizing education: The transformative power of educational technology in Online Learning*. 523–529. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-253-8_62