

## Peningkatan Kemandirian Belajar Melalui Simulasi Proteus dalam Praktikum Perakitan Pesawat Elektronika

Nur Hijriah Zubaedah Narang<sup>1</sup>, Nixson J. Meok<sup>2</sup>, Risal Mantofani Arpin<sup>3</sup>, Abdi Kurniawan Radja<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Nusa Cendana  
e-mail: [nur\\_narang@staf.undana.ac.id](mailto:nur_narang@staf.undana.ac.id)

### Abstrak

Studi literatur ini mengkaji peran simulasi Proteus dalam meningkatkan kemandirian belajar pada praktikum perakitan pesawat elektronika melalui metode Systematic Literature Review (SLR) terhadap 10 artikel terpilih (2014–2023). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Proteus efektif menciptakan lingkungan belajar virtual yang interaktif, memfasilitasi eksperimen mandiri melalui fitur real-time simulation dan visualisasi, seperti animasi aliran arus dan osiloskop virtual. Studi Mukminin (2016) dan Waluyo et al. (2021) membuktikan peningkatan signifikan hasil belajar (nilai t-hitung 5,113) dan pemahaman konseptual (97% mahasiswa) dengan penggunaan Proteus. Integrasi Proteus dengan model pembelajaran seperti Problem-Based Learning (PBL) dan Self-Directed Learning (SDL) juga meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa. Simulasi ini mengatasi keterbatasan alat fisik laboratorium sekaligus mendorong kemandirian melalui eksplorasi desain, identifikasi kesalahan, dan evaluasi mandiri. Namun, praktikum konvensional tetap diperlukan untuk melatih keterampilan hands-on. Simpulannya, Proteus berperan sebagai solusi komplementer yang optimal jika dikombinasikan dengan pendekatan pedagogis inovatif dan praktik fisik.

**Kata kunci:** *Simulasi Proteus, Kemandirian Belajar, Praktikum Elektronika, Pendidikan Teknik*

### Abstract

This literature review examines the role of Proteus simulation in enhancing self-directed learning in aircraft electronics assembly practicums through a Systematic Literature Review (SLR) of 10 selected articles (2014–2023). Findings indicate that Proteus effectively creates an interactive virtual learning environment, facilitating independent experimentation via real-time simulation and visualization features, such as current flow animations and virtual oscilloscopes. Studies by Mukminin (2016) and Waluyo et al. (2021) demonstrate significant improvements in learning outcomes (t-value = 5.113) and conceptual understanding (97% of students) with Proteus. Integration of Proteus with pedagogical models like Problem-Based Learning (PBL) and Self-Directed Learning (SDL) further enhances student motivation and engagement. The simulation addresses limitations of physical laboratory equipment while fostering autonomy through design exploration, error identification, and self-evaluation. However, conventional practicums remain essential for hands-on skill development. In conclusion, Proteus serves as a complementary solution, optimally employed alongside innovative teaching approaches and physical practice to cultivate self-regulated learning in technical education.

**Keywords :** *Proteus Simulation, Self Regulated Learning, Electronics Practicum, Engineering Education*

### PENDAHULUAN

Praktikum merupakan komponen krusial dalam pendidikan teknik elektronika, di mana mahasiswa tidak hanya dituntut memahami konsep teoritis, tetapi juga menguasai keterampilan teknis seperti merancang rangkaian, merakit komponen, dan melakukan troubleshooting. Pengalaman langsung ini menjadi fondasi bagi pengembangan kompetensi profesional di bidang rekayasa elektronika. Namun, praktikum konvensional seringkali menghadapi kendala signifikan,

seperti keterbatasan alat dan komponen fisik, biaya perawatan yang tinggi, risiko kerusakan akibat kesalahan praktikum, serta ketergantungan pada pengawasan instruktur. Tantangan ini berpotensi membatasi ruang eksplorasi mahasiswa, mengurangi fleksibilitas waktu belajar, dan menghambat kemandirian mereka dalam bereksperimen.

Dalam konteks ini, teknologi simulasi elektronika seperti Proteus muncul sebagai solusi transformatif. Proteus menyediakan lingkungan virtual yang memungkinkan mahasiswa merancang, mensimulasikan, dan menganalisis kinerja rangkaian elektronika secara interaktif. Fitur unggulannya, seperti Interactive Simulation (ISIS) untuk uji fungsi rangkaian dan ARES untuk desain PCB, memfasilitasi eksperimen tanpa batasan fisik. Studi pendahuluan menunjukkan bahwa penggunaan simulasi ini tidak hanya meningkatkan aksesibilitas praktikum, tetapi juga mendorong kemandirian belajar (*self-regulated learning*)—konsep yang didefinisikan (Pratama & S, 2015) sebagai kemampuan peserta didik untuk secara aktif merencanakan, memonitor, dan mengevaluasi proses belajarnya. Dalam praktikum perakitan pesawat elektronika (misalnya amplifier atau sistem mikrokontroler), kemandirian ini tercermin dari inisiatif mahasiswa dalam mengeksplorasi variasi desain, mengidentifikasi kesalahan simulasi, dan merefleksikan hasil eksperimen secara mandiri.

Proteus adalah sebuah perangkat lunak simulasi yang digunakan untuk merancang dan menguji rangkaian elektronik secara virtual. Software ini memiliki berbagai fitur, seperti kemampuan untuk mensimulasikan rangkaian analog dan digital, serta dilengkapi dengan library komponen yang lengkap, termasuk mikrokontroler dan alat ukur seperti osiloskop dan voltmeter (Hendrosusanto et al., 2024). Kemampuan Proteus dalam menyediakan lingkungan simulasi yang interaktif dan mendekati kondisi nyata menjadikannya alat yang efektif untuk pembelajaran praktikum elektronika. Dengan Proteus, siswa dapat bereksperimen tanpa risiko merusak komponen fisik, sehingga mendorong eksplorasi dan pemahaman konsep yang lebih mendalam.

Dalam konteks pendidikan, khususnya praktikum perakitan pesawat elektronika, Proteus berperan sebagai laboratorium virtual yang memungkinkan siswa untuk melakukan percobaan secara mandiri. Penelitian oleh Waluyo et al.,(2021) menunjukkan bahwa penggunaan Proteus sebagai media pembelajaran dapat meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan. Simulasi virtual ini memungkinkan siswa untuk mengulangi percobaan berkali-kali, menganalisis kesalahan, dan memperbaiki desain rangkaian tanpa dibatasi oleh ketersediaan alat dan bahan fisik. Hal ini sejalan dengan prinsip kemandirian belajar, di mana siswa mengambil inisiatif untuk memahami materi melalui eksperimen dan refleksi.

Praktikum perakitan pesawat elektronika merupakan komponen penting dalam pendidikan teknik, khususnya di bidang elektronika dan kontrol. Penggunaan software simulasi seperti Proteus terbukti efektif untuk mendukung pembelajaran praktikum elektronika dan sistem kontrol. Proteus memungkinkan mahasiswa merancang dan mensimulasikan rangkaian elektronik tanpa risiko kerusakan komponen fisik, sekaligus mengatasi keterbatasan alat di laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 97% mahasiswa mampu memahami materi dengan lebih baik setelah menggunakan Proteus, yang juga meningkatkan aktivitas dan hasil belajar mereka (Arif et al., 2024).

Penelitian lain oleh Dewantara et al.,(2021) menguji efektivitas penggunaan aplikasi Logisim dalam praktikum elektronika digital yang dilakukan secara daring melalui Google Meet. Logisim memfasilitasi perancangan dan simulasi rangkaian logika digital, sehingga mahasiswa dapat memahami konsep dasar seperti gerbang logika dan tabel kebenaran tanpa harus berada di laboratorium fisik. Hasilnya menunjukkan bahwa praktikum dengan Logisim dinilai efektif dengan skor rata-rata 70,58 dan mendapat respons positif dari mahasiswa. Kombinasi antara simulasi digital dan platform kolaboratif seperti Google Meet membuka peluang untuk pembelajaran praktikum yang fleksibel dan interaktif.

Media pembelajaran berbasis teknologi, seperti simulasi Proteus, dapat menjadi alat pendukung untuk meningkatkan kemandirian belajar. Simulasi ini memungkinkan siswa bereksperimen secara virtual, menguji konsep, dan memperbaiki kesalahan tanpa batasan fisik laboratorium. Menurut Sari (2021), penggunaan e-modul dan video tutorial interaktif terbukti efektif dalam menumbuhkan kemandirian belajar karena memberikan fleksibilitas dan umpan balik instan. Simulasi Proteus juga mengoptimalkan kecerdasan visual-spasial, yang membantu siswa

memahami diagram rangkaian dan komponen elektronika secara lebih mendalam. Hal ini sejalan dengan temuan bahwa pendekatan visual-spasial meningkatkan kemampuan siswa dalam menginterpretasikan skema teknis (Persico & Steffens, 2017).

Kemandirian belajar dalam praktikum juga dipengaruhi oleh kemampuan metakognitif, yaitu kesadaran siswa akan strategi belajar yang efektif. Siswa yang mampu menganalisis kekurangan dan kelebihan proses belajarnya dapat lebih mudah mengatasi hambatan. Simulasi Proteus mendukung hal ini dengan menyediakan lingkungan belajar yang memungkinkan eksplorasi dan evaluasi mandiri. Selain itu, kemandirian belajar tercermin dari tanggung jawab siswa dalam menyelesaikan tugas, seperti mengelola waktu dan memanfaatkan sumber daya secara optimal (Sari, 2021).

Kemandirian belajar merupakan kunci keberhasilan dalam praktikum perakitan pesawat elektronika, yang melibatkan perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi mandiri. Simulasi Proteus berperan penting dalam mendukung kemandirian belajar dengan menyediakan lingkungan belajar fleksibel, mengoptimalkan kecerdasan visual-spasial, dan memfasilitasi pengembangan metakognitif. Integrasi antara teknologi simulasi dan pendekatan self-regulated learning dapat meningkatkan efektivitas praktikum serta prestasi akademik siswa.

## METODE

Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) untuk menganalisis peran simulasi Proteus dalam meningkatkan kemandirian belajar pada praktikum perakitan pesawat elektronika. SLR dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis temuan dari berbagai studi terdahulu secara sistematis dan komprehensif. Metode ini membantu dalam mengungkap pola, konsistensi, serta gap penelitian yang relevan.

Diagram alur proses eksklusi dan inklusi artikel dalam penelitian Studi Literatur Review: Peran Simulasi Proteus dalam Meningkatkan Kemandirian Belajar pada Praktikum Perakitan Pesawat Elektronika menggambarkan tahapan sistematis untuk memilih artikel yang relevan dan berkualitas tinggi. Proses ini dimulai dengan identifikasi artikel dari berbagai database akademik seperti Google Scholar, IEEE Xplore, dan ScienceDirect menggunakan kata kunci spesifik, yaitu "Simulasi Proteus", "Kemandirian Belajar", dan "Praktikum Elektronika". Sebanyak 30 artikel teridentifikasi dari tahun 2014 hingga 2025, yang kemudian menjadi dasar untuk tahap selanjutnya.

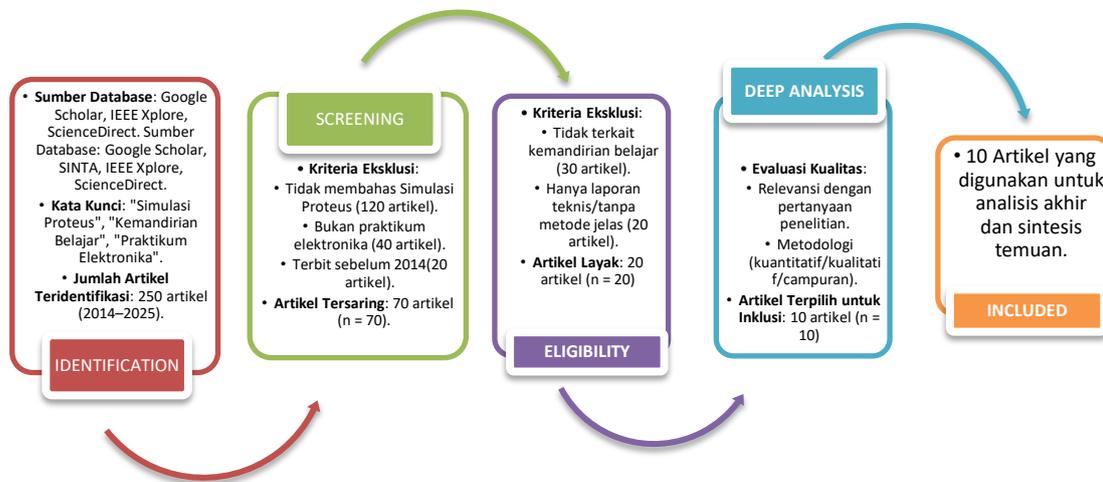
Tahap penyaringan (screening) dilakukan dengan menerapkan kriteria eksklusi yang ketat. Artikel yang tidak membahas Simulasi Proteus (120 artikel), bukan praktikum elektronika (40 artikel), atau terbit sebelum tahun 2014 (20 artikel) dikeluarkan dari kajian. Hasil penyaringan ini menyisakan 70 artikel yang memenuhi kriteria awal. Tahap ini sangat penting untuk memastikan bahwa hanya artikel dengan topik yang relevan yang masuk ke tahap analisis lebih lanjut.

Selanjutnya, tahap kelayakan (eligibility) mengevaluasi 70 artikel tersaring dengan kriteria tambahan, seperti keterkaitan dengan kemandirian belajar dan kejelasan metodologi. Sebanyak 30 artikel dikeluarkan karena tidak membahas kemandirian belajar, dan 20 artikel lainnya diabaikan karena hanya berupa laporan teknis tanpa metode yang jelas. Dengan demikian, tersisa 20 artikel yang dianggap layak untuk dianalisis lebih mendalam.

Pada tahap analisis mendalam (deep analysis), 20 artikel tersebut dievaluasi berdasarkan relevansi dengan pertanyaan penelitian dan kualitas metodologinya (kuantitatif, kualitatif, atau campuran). Setelah melalui proses ini, hanya 10 artikel yang memenuhi semua kriteria dan diinklusi untuk sintesis temuan. Tahap ini memastikan bahwa artikel yang digunakan memiliki kontribusi signifikan terhadap pemahaman peran Simulasi Proteus dalam konteks kemandirian belajar.

Diagram alur ini menunjukkan rigor metodologis dalam proses Systematic Literature Review (SLR), yang memastikan hanya artikel paling relevan dan berkualitas yang digunakan. Dengan demikian, penelitian ini dapat memberikan analisis yang mendalam dan terpercaya tentang bagaimana Simulasi Proteus berperan dalam meningkatkan kemandirian belajar siswa pada praktikum perakitan pesawat elektronika. Hasil kajian literatur ini diharapkan dapat menjadi

referensi bagi pendidik dan peneliti dalam mengoptimalkan penggunaan teknologi simulasi untuk pembelajaran mandiri.



**Gambar 1. Diagram alur proses eksklusi dan inklusi artikel dalam tahapan Systematic Literature Review (n = jumlah artikel)**  
 sumber: (Hasna Nur Alifah et al., 2023)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil data penelitian yang dimasukkan dalam kajian literatur ini merupakan analisis dan rangkuman dari artikel terkait peran simulasi proteus dalam meningkatkan kemandirian belajar pada praktikum perakitan pesawat elektronika.

**Tabel 1. Data penelitian yang dimasukkan dalam kajian literatur**

No	Peneliti/Tahun	Jurnal	Hasil Penelitian
1	(Mukminin, 2016)	Jurnal Pendidikan Teknik Elektro	Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan Software Proteus 8 Professional secara signifikan meningkatkan hasil belajar dan aktivitas belajar siswa kelas XI Teknik Audio Video di SMK Negeri 3 Surabaya. Hasil uji t membuktikan perbedaan signifikan antara kelas eksperimen yang menggunakan Proteus dan kelas kontrol yang menggunakan metode konvensional, dengan nilai t <sub>hitung</sub> lebih besar dari t <sub>tabel</sub> dan signifikansi di bawah 0,05. Simpulannya, Proteus efektif sebagai media pembelajaran dan disarankan untuk diadopsi sebagai alternatif dalam proses pembelajaran.
2	(Waluyo et al., 2021)	Paedagogia : Jurnal Kajian, Penelitian dan Pengembangan Kependidikan	Penelitian ini membuktikan bahwa laboratorium virtual berbasis Software Proteus meningkatkan hasil belajar mahasiswa pada mata pelajaran Elektronika Dasar. Kelas eksperimen yang menggunakan Proteus menunjukkan peningkatan pemahaman konseptual dan keterampilan praktis dibandingkan kelas kontrol. Hasil pre-test menunjukkan kemampuan awal yang setara, namun post-test menunjukkan keunggulan kelas eksperimen. Proteus dianggap sebagai solusi efektif untuk mengatasi keterbatasan alat praktikum

---

		tradisional.	
3	(Pangaribowo et al., 2022)	Jurnal Abdidas Volume 3 Nomor 1 Tahun 2022 Halaman 191 - 197	Pelatihan perancangan rangkaian elektronika menggunakan Proteus bagi siswa PKBM Wiyata Utama Jakarta Barat berhasil meningkatkan kompetensi peserta. Sebanyak 90% peserta menyatakan antusiasme tinggi, dan 100% setuju bahwa Proteus efektif mengatasi keterbatasan alat praktikum. Peserta juga berhasil merancang rangkaian elektronika seperti regulator daya dan gerbang logika, menunjukkan peningkatan keterampilan praktis. Kegiatan ini menjadi solusi ekonomis untuk sekolah dengan fasilitas terbatas.
4	(Widya Permana Putra & Lusya Rakhmawati, 2016)	Jurnal Pendidikan Teknik Elektro. Volume 05 Nomor 01 Tahun 2016, 155-161	Pengembangan modul pembelajaran berbasis Proteus untuk mata pelajaran "Menggambar Teknik Elektronika" di SMK Negeri 1 Driyorejo terbukti layak dan efektif. Validasi ahli menunjukkan skor rata-rata 87,33% (sangat layak), dan respon siswa mencapai 74,52% (baik). Hasil belajar siswa melebihi KKM dengan rata-rata nilai 82 dan ketuntasan klasikal 96,15%. Modul ini memfasilitasi pencapaian kompetensi siswa dengan baik.
5	(Anggriany et al., 2023)	Jurnal SPEKTRO	Penelitian ini membandingkan efektivitas video tutorial dan Software Proteus dalam meningkatkan hasil belajar Gambar Teknik Listrik. Hasilnya menunjukkan bahwa Proteus lebih efektif, meskipun kedua media berpengaruh positif. Proteus dinilai mampu memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan praktis. Peneliti merekomendasikan kombinasi kedua media untuk optimalisasi pembelajaran, dengan Proteus sebagai alat utama.
6	(Maniar et al., 2021)	Jurnal Pendidikan Teknik Elektro. Volume 10 Nomor 03 Tahun 2021, 29-36	Penggunaan Proteus sebagai media pembelajaran meningkatkan hasil belajar siswa kelas XI Teknik Elektronika Industri di SMK Negeri 1 Jetis. Hasil uji t menunjukkan perbedaan signifikan antara pre-test dan post-test, dengan nilai signifikansi 0,000. Respon siswa sangat positif, dengan rata-rata nilai 82% dalam kategori sangat baik. Proteus disarankan sebagai alternatif media pembelajaran yang interaktif dan praktis.
7	(Putra & Lusya, 2014)	Jurnal Pendidikan Teknik Elektro. Volume 04 Nomor 01 Tahun 2015, 277-283	Perangkat pembelajaran berbasis Self-Directed Learning (SDL) dengan bantuan Proteus efektif meningkatkan kompetensi siswa kelas X Teknik Audio Video di SMK Negeri 5 Surabaya. Validasi oleh ahli menunjukkan skor di atas 3,0 (kategori baik), dan respon siswa mencapai 84,4%. Proteus membuat pembelajaran lebih menarik dan relevan dengan kebutuhan industri, sekaligus mendorong kemandirian belajar siswa.
8	(Azizah, 2024)	Kappa Journal, Volume 8 Issue 3, 421-431	Analisis kebutuhan menunjukkan bahwa mahasiswa Pendidikan Fisika di IAIN Palangkaraya membutuhkan buku ajar elektronika dasar berbantuan simulasi Proteus. Koefisien korelasi Pearson sebesar 0,8882 mengindikasikan

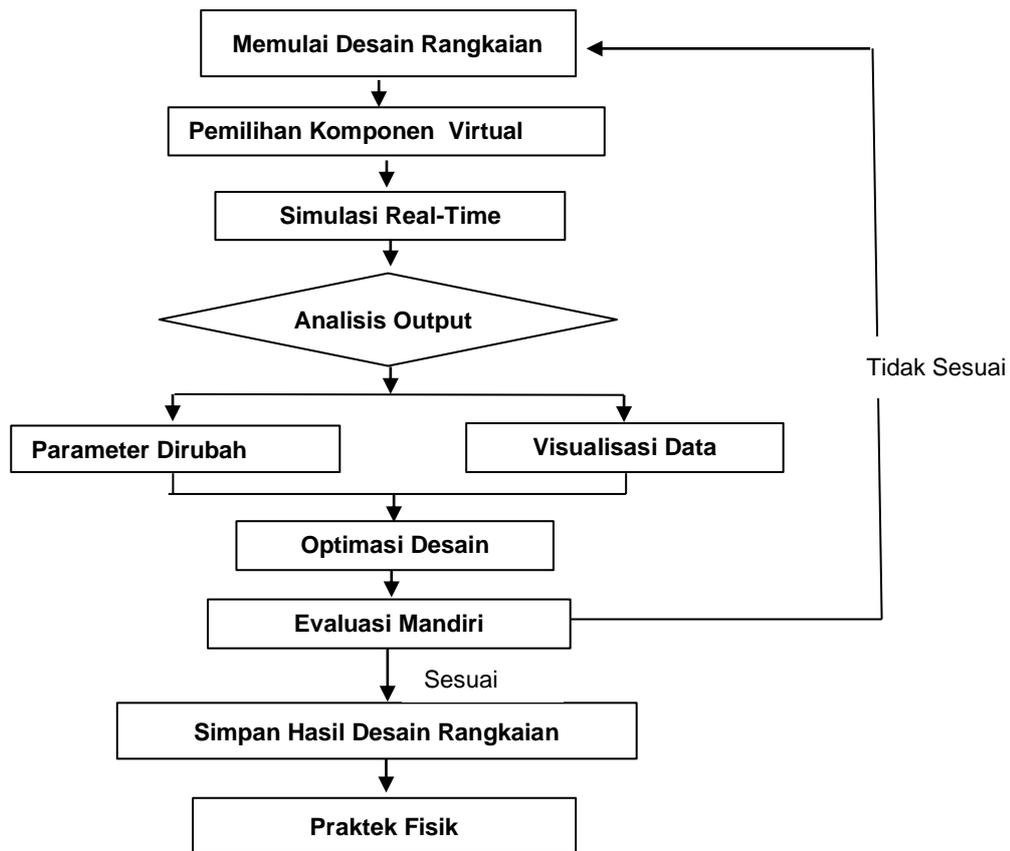
---

---

			kebutuhan yang tinggi akan e-book interaktif. Simpulannya, pengembangan buku ajar berbasis Proteus diperlukan untuk menciptakan pembelajaran yang lebih menarik dan sesuai dengan era digital.
9	(Putri et al., 2023)	Jurnal Taman Vokasi, 11 (2), 2023, 131-144	Model Problem Based Learning (PBL) berbantuan Proteus meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa pada mata pelajaran Dasar Listrik dan Elektronika di SMKN 2 Kota Serang. Nilai post-test kelompok eksperimen meningkat 41,75%, dan uji hipotesis menunjukkan signifikansi di bawah 0,05. Integrasi PBL dan Proteus menciptakan pembelajaran interaktif dan mengurangi kejenuhan siswa.
10	(Setyono & Sumbawati, 2015)	Jurnal Pendidikan Teknik Elektro, Volume 04 No 03 Tahun 2015, 717-724	Pengembangan trainer elektronika digital berbasis Proteus untuk Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya dinilai layak dan efektif. Validasi ahli memberikan skor rata-rata 4,5 untuk modul dan 4,3 untuk trainer, dengan respon positif dari 90% mahasiswa. Produk ini memudahkan pemahaman materi dan disarankan untuk diadopsi di mata kuliah lain.

---

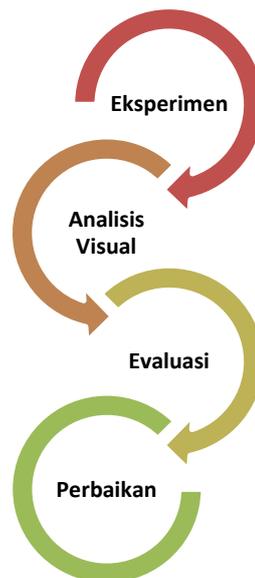
Simulasi real-time dan visualisasi dalam Proteus memainkan peran krusial dalam meningkatkan kemandirian belajar siswa pada praktikum perakitan pesawat el-ektronika. Fitur simulasi real-time memungkinkan siswa melakukan eksperimen secara dinamis, di mana perubahan parameter atau komponen langsung memengaruhi output tanpa perlu kompilasi ulang. Misalnya, saat merancang rangkaian power supply, siswa dapat mengubah nilai kapasitor filter atau resistor beban dan langsung mengamati pengaruhnya terhadap ripple voltage melalui osiloskop virtual. Kemampuan ini mendorong siswa untuk bereksplorasi secara mandiri, menguji hipotesis, dan memperbaiki kesalahan tanpa bergantung sepenuhnya pada instruktur. Penelitian Mukminin (2016) dalam naskah menunjukkan bahwa kelompok siswa yang menggunakan Proteus mengalami peningkatan signifikan dalam hasil belajar, dengan nilai t-hitung 5,113, yang sebagian besar dipicu oleh interaktivitas real-time ini. Visualisasi interaktif dalam Proteus memperkuat pemahaman konsep abstrak melalui representasi grafis yang intuitif. Fitur seperti animasi aliran arus, grafik sinyal live, dan thermal imaging membantu siswa memahami fenomena elektronika yang sulit dijelaskan secara teoretis. Sebagai contoh, dalam simulasi rangkaian power supply, siswa dapat melihat perbedaan bentuk gelombang sebelum dan setelah melewati dioda bridge, serta efek pemasangan kapasitor filter terhadap ripple voltage. Visualisasi ini tidak hanya memperjelas konsep tetapi juga memudahkan identifikasi kesalahan, seperti polaritas komponen yang terbalik atau koneksi yang terputus. Studi Waluyo et al. (2021) mengonfirmasi bahwa 97% mahasiswa lebih mudah memahami materi berkat fitur visualisasi Proteus. Integrasi antara simulasi real-time dan visualisasi menciptakan lingkungan belajar yang menyerupai eksperimen fisik, tetapi dengan fleksibilitas lebih tinggi. Diagram alur di bawah ini menggambarkan bagaimana kedua fitur ini saling melengkapi dalam proses pembelajaran :



**Gambar 2. Diagram Alur Integrasi Simulasi Real-Time Dan Visualisasi Proteus**

Diagram alur menggambarkan proses pembelajaran mandiri yang terstruktur. Dimulai dari perancangan rangkaian elektronik virtual, mahasiswa dapat memilih komponen dan memodifikasi parameter secara bebas. Simulasi real-time memungkinkan perubahan nilai komponen langsung terlihat dampaknya pada output rangkaian, seperti tegangan atau bentuk gelombang. Fitur visualisasi seperti osiloskop virtual dan animasi aliran arus membantu siswa menganalisis hasil simulasi secara intuitif. Jika ditemukan ketidaksesuaian, mahasiswa dapat melakukan optimasi desain dan mengulang simulasi hingga mendapatkan hasil yang diinginkan, sebelum akhirnya menerapkan desain tersebut dalam praktik fisik di laboratorium.

Proses ini menciptakan siklus belajar mandiri yang efektif, di mana mahasiswa secara aktif merencanakan, memonitor, dan mengevaluasi pekerjaan mereka sendiri. Integrasi simulasi real-time dan visualisasi tidak hanya memperkuat pemahaman konseptual, tetapi juga mengembangkan keterampilan problem-solving melalui eksperimen virtual yang aman dan fleksibel.



**Gambar 3. Simulasi Proteus menciptakan Siklus Belajar Mandiri**

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang dikaji, simulasi Proteus terbukti secara empiris meningkatkan kemandirian belajar dalam praktikum perakitan pesawat elektronika. Fitur interaktif seperti simulasi real-time dan visualisasi grafis memungkinkan siswa bereksperimen tanpa batasan fisik, menguji variasi desain, dan menganalisis kesalahan secara mandiri—sesuai dengan indikator kemandirian belajar (self-regulated learning). Studi seperti Putri et al. (2023) dan Putra & Lusia (2014) menunjukkan bahwa integrasi Proteus dengan model PBL/SDL memperkuat motivasi intrinsik siswa, dengan peningkatan hasil belajar hingga 41,75%. Hal ini sejalan dengan judul penelitian yang menekankan peran Proteus sebagai alat pendukung kemandirian.

Di sisi lain, temuan juga mengungkap bahwa Proteus bukan pengganti melainkan pelengkap praktikum konvensional. Keterbatasan simulasi dalam melatih keterampilan fisik (e.g., soldering) perlu diatasi dengan kombinasi praktik laboratorium. Rekomendasi ke depan mencakup pengembangan modul hybrid (virtual-fisik) dan pelatihan guru untuk mengoptimalkan pemanfaatan Proteus. Dengan demikian, penelitian ini memperkuat posisi Proteus sebagai inovasi pedagogis yang relevan dengan tantangan pendidikan teknik di era digital, sekaligus menjawab tujuan judul untuk mengeksplorasi kontribusinya dalam membangun kemandirian belajar.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Elektro dan Fakultas Teknik Universitas Nusa Cendana serta Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai atas dukungan fasilitas dan sumber daya yang diberikan selama proses penelitian ini. Dukungan ini sangat berharga dalam menyelesaikan studi literatur review tentang peran simulasi Proteus dalam meningkatkan kemandirian belajar pada praktikum perakitan pesawat elektronika. Tak lupa, penulis juga menyampaikan apresiasi kepada para mahasiswa yang terlibat dalam penelitian ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, atas partisipasi dan masukan berharga yang membantu memperkaya perspektif penelitian. Kolaborasi antara peneliti, dosen, dan mahasiswa menjadi kunci keberhasilan dalam menggali manfaat simulasi Proteus untuk pendidikan teknik elektronika. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam penyediaan referensi, diskusi akademik, serta dukungan moral selama penyusunan karya ini. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pengembangan pendidikan vokasi dan teknik di Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggriany, M. H., Made Parsa, I., Tamal, C. P., Pendidikan, P., Elektro, T., Nusa, U., & Adisucipto, C. J. (2023). Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Video Tutorial Dan Media Pembelajaran Software Simulasi Proteus Terhadap Hasil Belajar Mata Pelajaran Gambar Teknik Listrik. *Jurnal Sajian Penelitian Teknik Elektro*, 6(1), 1–7.
- Arif, A. R. S., Akhmad Nuriyanis, Ario Hendartono, Evi Sirait, Fajar Sari Kur-niawan, & Candra Oktyasari Putri. (2024). Analysis of The use of Proteus Software as a Practical Learning Support. *International Journal Engineering and Applied Technology (Ijeat)*, 7(1), 30–39. <https://doi.org/10.52005/ijeat.v7i1.96>
- Dewantara, D., Misbah, M., Mahtari, S., Azhari, A., Sasmita, F. D., Melisa, Rusmawati, I., Kusuma, L. W., Ridho, M. H., & Lutfi, M. (2021). Digital elec-tronic practicum with logisim application using google meet. *Journal of Phys-ics: Conference Series*, 1760(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1760/1/012006>
- Hasna Nur Alifah, Umi Virgianti, Muhammad Imam Zamah Sarin, Dicky Amirul Hasan, Fina Fakhriyah, & Erik Aditia Ismaya. (2023). Systematic Lit-erature Review: Pengaruh Media Pembelajaran Digital pada Pembelajaran Tematik Terhadap Hasil Belajar Siswa SD. *Jurnal Ilmiah Dan Karya Maha-siswa*, 1(3), 103–115. <https://doi.org/10.54066/jikma.v1i3.463>
- Hendrosusanto, T. R., Siswono, H., & Lamsani, M. (2024). Rancangan dan Simulasi Vending Machine Pembuatan Teh Otomatis Berbasis Arduino Uno R3 dengan Simulator Proteus 8. *Simkom*, 9(1), 59–66. <https://doi.org/10.51717/simkom.v9i1.363>
- Maniar, T., Rusimamto, P. W., Sulisty, E., & Fransisca, Y. (2021). Pengaruh Media Pembelajaran Software Proteus Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Ma-ta Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika Kelas Xi Di Smk Negeri 1 Jetis. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 10(03), 29–36. <https://doi.org/10.26740/jpte.v10n03.p29-36>
- Mukminin, M. (2016). Pengaruh Media Pembelajaran Software Proteus pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XI Teknik Audio Video Di SMK Negeri 3 Surabaya. *Jurnal Pen-didikan Teknik Elektro*, 5(1), 147–154
- Pangaribowo, T., Gunardi, Y., Hajar, M. H. I., Andika, J., Dani, A. W., & Sirait, F. (2022). Pelatihan Perancangan Rangkaian Elektronika dengan Menggunakan Software Proteus untuk Siswa PKBM Wiyata Utama Jakarta Barat. *Jurnal Abdidas*, 3(1), 191–197. <https://doi.org/10.31004/abdidas.v3i1.557>
- Persico, D., & Steffens, K. (2017). Self-regulated learning in technology enhanced learning environments. *Technology Enhanced Learning: Research Themes*, 115–116. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-02600-8\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-02600-8_11)
- Pratama, M. Y. Y., & S, M. S. (2015). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Menerapkan Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Group Investigation (GI) Berbantuan Software ISIS Proteus dan Codevisionavr untuk meningkatkan Hasil Belajar Siswa pada Mata Pelajaran Teknik Mikroprosesor. *Jurnal Pen-didikan Teknik Elektro*, 4(1), 1–9.
- Putra, D., & Lusya. (2014). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Menerap-kan Model Self-Directed Learning (Sdl) Berbantuan Software Proteus Untuk Mencapai Kompetensi Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 4(1), 277–283
- Sari, D. K. (2021). Pengembangan E-Modul Praktikum Fisika Dasar 1 dengan Pendekatan STEM untuk Menumbuhkan Kemandirian Belajar. *DWIJA CEN-DEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 5(1), 44. <https://doi.org/10.20961/jdc.v5i1.50560>
- Setyono, A., & Sumbawati, M. S. (2015). Elektronika Digital Dan Implementa-si Perangkat Lunak Proteus Memberikan Kesempatan Kepada Peserta Didik Untuk Belajar Mandiri. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, 04(03), 717–724.
- Waluyo, B. D., Bintang, S., & Januariyansah, S. (2021). the Effect of Using Proteus Software As a Virtual. *Jurnal Kajian, Penelitian Dan Pengembangan Kependidikan*, 12(1), 140–145.
- Widya Permana Putra, & Lusya Rakhmawati. (2016). Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Software Proteus Pada Standar Kompetensi Menggam-bar Teknik Elektronika Menggunakan Komputer Di Smk Negeri 1 Driyorejo. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya*, 5(1), 155–161.