Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika (JPIF)
Fakultas Pendidikan Islam dan Keguruan
Universitas Garut
p-ISSN: 2798-9488 e-ISSN: 2798-334X

Efektivitas Aplikasi Proteus dalam Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif pada Materi Rangkaian Listrik Siswa SMK

Tiara Putri Damayanti[1*], Ihtiari Prastyaningrum[2]

[1]Program Studi Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas PGRI Madiun, Indonesia
Jl. Setia Budi No. 85 Madiun, Jawa Timur, Indonesia
e-mail: rektorat@unipma.ac.id

[2]Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas PGRI Madiun
Madiun, Indonesia
e-mail: tiaraputridmynt@gmail.com

DOI:
https://doi.org/10.52434/jpif.v6i1.43682

Accepted: June 18, 2026, Approved: June 20, 2026, Published: June 22, 2026

ABSTRACT

Learning about electrical circuits in vocational high schools is often hindered by students' limited ability to apply concepts to circuit simulations and analysis. This study aims to determine the effectiveness of using the Proteus application in improving students' cognitive learning outcomes at SMKN 1 Jiwan. This study employed a quantitative approach with a One-Group Pretest–Posttest design. The test instrument consisted of 10 multiple-choice items (valid and reliable) that measured students' understanding of series, parallel, and mixed circuit concepts, as well as their ability to analyze and simulate electrical circuits. The final posttest score was an integration of the written test results and a 5-minute timed case study practical test. The data were analyzed using the N-Gain test. The results showed that the use of the Proteus application effectively improved cognitive learning outcomes, with an N-Gain value of 0.5076 (moderate category). Analysis by content indicator revealed the highest improvement in the mixed circuit material, while the lowest improvement occurred in the series circuit material, which was influenced by the ceiling effect. These findings confirm that the Proteus application is an interactive learning medium capable of facilitating concrete visualization for vocational high school students.

Keywords: *Proteus; Cognitive; Electrical Circuits; Learning Outcomes*

ABSTRAK

Pembelajaran pada materi rangkaian listrik di Sekolah Menengah Kejuruan sering kali terkendala pada rendahnya kemampuan siswa dalam mengaplikasikan konsep ke dalam simulasi dan analisis rangkaian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan aplikasi Proteus dalam meningkatkan hasil belajar kognitif siswa di SMKN 1 Jiwan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *One Group Pretest–Posttest*. Instrumen tes berupa 10 butir soal pilihan ganda (valid dan reliabel) yang mengukur pemahaman konsep rangkaian seri, paralel, dan campuran, serta kemampuan analisis dan simulasi rangkaian listrik. Nilai akhir *posttest* merupakan integrasi hasil tes tertulis dan tes praktik studi kasus berbatas waktu 5 menit. Data dianalisis menggunakan uji N-Gain. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi Proteus efektif meningkatkan hasil belajar kognitif dengan nilai N-Gain 0,5076 (kategori sedang). Analisis per indikator materi menunjukkan peningkatan tertinggi pada materi rangkaian

campuran, sementara peningkatan terendah terjadi pada materi rangkaian seri yang dipengaruhi oleh *ceiling effect*. Temuan ini mengonfirmasi bahwa aplikasi Proteus adalah media pembelajaran interaktif yang mampu memfasilitasi visualisasi konkret bagi siswa SMK.

Kata kunci: Proteus; Kognitif; Rangkaian Listrik; Hasil Belajar

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah membawa perubahan signifikan dalam dunia pendidikan, termasuk pada pendidikan vokasi yang menekankan penguasaan kompetensi praktis (Ambarwati et al., 2021). Pemanfaatan media pembelajaran berbasis teknologi memungkinkan siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih interaktif, kontekstual, dan berpusat pada peserta didik (Kartikawati, 2019). Penggunaan media digital dalam pembelajaran teknik mampu meningkatkan keterlibatan siswa karena materi yang bersifat abstrak dapat divisualisasikan secara lebih nyata (Anam et al., 2021). Integrasi teknologi simulasi dalam pembelajaran teknik elektro juga terbukti dapat meningkatkan pemahaman konseptual serta kemampuan pemecahan masalah siswa (Yuniarti et al., 2023). Oleh karena itu, pemanfaatan media pembelajaran berbasis simulasi menjadi salah satu alternatif yang relevan dalam meningkatkan kualitas pembelajaran pada pendidikan kejuruan. (Khoirunnisa et al., 2025).

Meskipun transformasi digital telah mendorong penggunaan media pembelajaran yang lebih interaktif, pembelajaran kelistrikan di SMK masih menghadapi hambatan kognitif yang bersumber dari miskonsepsi konsep dasar. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa siswa sering mengalami kesulitan membedakan konsep arus listrik, hambatan, dan beda potensial sehingga pemahaman terhadap rangkaian listrik menjadi kurang utuh (Prastyaningrum & Pratama, 2019). Selain itu, pemahaman awal mengenai representasi visual komponen listrik juga masih terbatas apabila pembelajaran hanya mengandalkan media konvensional (Prastyaningrum & Pratama, 2019). Oleh karena itu, media pembelajaran berbasis simulasi digital menjadi kebutuhan untuk membantu siswa membangun pemahaman konseptual yang lebih konkret sebelum melakukan analisis maupun pengujian rangkaian listrik (Prastyaningrum et al., 2024) .

Pendidikan kejuruan memiliki peran penting dalam menyiapkan lulusan yang kompeten, terampil, dan siap memasuki dunia kerja, khususnya pada bidang teknik ketenagalistrikan (Indriyanto et al., 2020). Salah satu kompetensi dasar yang harus dikuasai siswa adalah memahami serta mampu mengaplikasikan konsep rangkaian listrik seri, paralel, dan campuran . Kompetensi tersebut tidak hanya menuntut penguasaan teori, tetapi juga kemampuan merancang, mensimulasikan, dan menganalisis rangkaian listrik secara tepat. Oleh karena itu, proses pembelajaran memerlukan media yang mampu menjembatani keterkaitan antara konsep teoritis dengan praktik sehingga siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih bermakna (Narang et al., 2025).

Berdasarkan hasil observasi di SMKN 1 Jiwan, sebagian siswa telah memahami konsep dasar rangkaian listrik seri, paralel, dan campuran, namun pemahaman tersebut masih terbatas pada aspek teoritis. Siswa masih mengalami kesulitan ketika diminta merancang maupun mensimulasikan rangkaian listrik secara mandiri. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa proses pembelajaran masih memerlukan media yang mampu meningkatkan visualisasi konsep sekaligus memberikan pengalaman praktik secara lebih interaktif. Selain itu, keterbatasan penggunaan media praktikum menyebabkan siswa belum memperoleh kesempatan yang optimal untuk

mengeksplorasi hubungan antar komponen listrik secara langsung. Akibatnya, hasil belajar kognitif siswa pada materi rangkaian listrik belum berkembang secara optimal. Kondisi ini sejalan dengan pendapat (Dakhi, 2020) yang menyatakan bahwa hasil belajar siswa sering kali belum maksimal ketika proses pembelajaran hanya menekankan pada penyampaian materi tanpa didukung pengalaman praktik yang memadai.

Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah pemanfaatan media pembelajaran berbasis virtual laboratory (Waluyo et al., 2021). Virtual laboratory merupakan lingkungan pembelajaran berbasis komputer yang memungkinkan siswa melakukan eksperimen secara digital tanpa bergantung pada ketersediaan peralatan laboratorium fisik (Meilina et al., 2023a). Penggunaan laboratorium virtual mampu mengatasi keterbatasan sarana praktikum, mengurangi risiko kerusakan peralatan, serta memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan eksperimen secara berulang (Filiyani et al., 2024). Selain itu, virtual laboratory dapat meningkatkan pemahaman konsep karena siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih eksploratif dan interaktif (Meilina et al., 2023).

Salah satu perangkat lunak virtual laboratory yang banyak digunakan dalam pembelajaran teknik elektro adalah aplikasi Proteus (Waluyo et al., 2021). Aplikasi ini memungkinkan siswa merancang, mensimulasikan, serta menganalisis rangkaian listrik secara virtual melalui simulasi real-time (Suswati & Subhan, 2021). (Narang et al., 2025) menjelaskan bahwa aplikasi Proteus mampu menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif sehingga siswa dapat melakukan percobaan, mengamati hasil kerja rangkaian, dan memperbaiki kesalahan secara mandiri. Selain itu, (Maniar et al., 2021) juga menyatakan bahwa penggunaan Proteus mampu meningkatkan keaktifan belajar sekaligus mempermudah pemahaman siswa terhadap konfigurasi komponen listrik. Selain itu, penggunaan media pembelajaran berbasis simulasi dinilai lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional (Syahira et al., 2025). Penggunaan Proteus dapat membantu siswa dalam memvisualisasikan hubungan antar komponen listrik secara sistematis (Batubara, n.d.).

Penggunaan media pembelajaran interaktif pada materi rangkaian listrik dinilai mampu meningkatkan kepraktisan belajar karena siswa dapat memahami hubungan komponen secara visual dan sistematis dibandingkan hanya melalui gambar statis pada buku atau papan tulis (Indriyanto et al., 2020; Yanto, 2019) . Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa media pembelajaran interaktif berbasis e-module mampu meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik melalui aktivitas belajar yang lebih aktif dan terstruktur (Andari et al., 2025). Selain itu, software Proteus tidak hanya berfungsi sebagai alat gambar rangkaian, tetapi juga sebagai media simulasi desain dan analisis kerja komponen listrik secara digital sehingga sangat sesuai digunakan dalam pembelajaran teknik dasar listrik (Hafidianto et al., 2020).

Berbagai penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa media simulasi digital efektif meningkatkan kualitas pembelajaran teknik elektro. (Anggriany et al., 2023) melaporkan bahwa penggunaan software Proteus memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan hasil belajar siswa karena mampu memvisualisasikan bentuk rangkaian listrik secara lebih nyata. (Meilina et al., 2023) juga menyatakan bahwa virtual laboratory mampu menjembatani konsep-konsep abstrak menjadi pengalaman belajar yang lebih konkret. Namun demikian, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada pembelajaran elektronika dasar, gambar teknik listrik, maupun keterampilan praktikum secara umum. Penelitian yang secara khusus mengkaji

efektivitas aplikasi Proteus terhadap hasil belajar kognitif siswa pada materi rangkaian listrik seri, paralel, dan campuran di tingkat Sekolah Menengah Kejuruan masih relatif terbatas. Selain itu, penelitian terdahulu umumnya hanya mengukur peningkatan hasil belajar tanpa mengaitkannya dengan kemampuan siswa dalam mengaplikasikan konsep melalui kegiatan simulasi rangkaian listrik.

Berdasarkan uraian tersebut, permasalahan dalam penelitian ini adalah belum optimalnya kemampuan siswa dalam mengaplikasikan konsep rangkaian listrik seri, paralel, dan campuran ke dalam bentuk simulasi maupun analisis rangkaian. Oleh karena itu, penggunaan aplikasi Proteus diduga mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih visual, interaktif, dan mendorong siswa untuk lebih aktif dalam memahami materi (Rahmah et al., 2026). Hipotesis penelitian kuantitatif sendiri digunakan sebagai dugaan sementara terhadap adanya pengaruh perlakuan yang akan dibuktikan melalui data empiris (Yam & Taufik, 2021).

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini menawarkan kebaruan berupa penerapan aplikasi Proteus sebagai media pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar kognitif siswa pada materi rangkaian listrik seri, paralel, dan campuran melalui pembelajaran berbasis simulasi virtual. Penelitian ini tidak hanya menganalisis peningkatan hasil belajar siswa berdasarkan nilai pretest dan posttest, tetapi juga mengukur tingkat peningkatan kemampuan siswa menggunakan analisis N-Gain sehingga memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitas penggunaan aplikasi Proteus dalam pembelajaran teknik elektro di Sekolah Menengah Kejuruan.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penggunaan aplikasi Proteus dalam meningkatkan hasil belajar kognitif siswa pada materi rangkaian listrik seri, paralel, dan campuran di SMKN 1 Jiwan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi bagi guru dalam mengembangkan pembelajaran berbasis teknologi sekaligus menjadi alternatif solusi untuk mengatasi keterbatasan praktikum pada pembelajaran dasar teknik elektro di Sekolah Menengah Kejuruan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain *pre-experimental* bentuk *one group pretest-posttest* (Putra et al., 2025). Penelitian dilaksanakan di SMKN 1 Jiwan dengan subjek 27 siswa kelas XI Teknik Audio Video. Instrumen penelitian berupa tes tertulis dan praktik untuk mengukur aspek kognitif siswa. Penilaian kognitif dilakukan dengan mengintegrasikan nilai tes tertulis dan kemampuan siswa menyelesaikan studi kasus simulasi berbatas waktu 5 menit menggunakan aplikasi Proteus. Data dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan uji N-Gain untuk mengetahui tingkat peningkatan hasil belajar (Wahab et al., 2021). Desain ini dipilih karena hanya melibatkan satu kelompok subjek tanpa kelas pembanding, namun tetap memberikan pengukuran awal dan akhir sebagai dasar untuk melihat peningkatan hasil perlakuan (Hajjah et al., 2022). Desain penelitian tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain One Group Pretest-Posttest

Subjek	Pretest	Perlakuan	Posttest
XI TAV	O1	X	O2

Keterangan :
O1 : Pretest sebelum penggunaan aplikasi Proteus
X : Perlakuan menggunakan aplikasi Proteus
O2 : Posttest setelah penggunaan aplikasi Proteus

Penelitian dilaksanakan di SMKN 1 Jiwan Kabupaten Madiun pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026, yaitu mulai bulan Agustus sampai November 2025. Subjek penelitian adalah siswa kelas XI Teknik Audio Video yang berjumlah 27 siswa. Pemilihan subjek dilakukan secara *purposive* dengan pertimbangan bahwa kelas tersebut sedang menempuh materi rangkaian listrik dan telah memiliki pengetahuan dasar mengenai komponen kelistrikan. Dengan demikian, siswa dinilai sesuai untuk diberikan perlakuan berupa pembelajaran berbasis simulasi menggunakan aplikasi Proteus agar kemampuan aplikatifnya dapat diamati secara langsung. Instrumen pengumpulan data dalam penelitian ini difokuskan pada tes hasil belajar yang terdiri atas *pretest* dan *posttest*. Instrumen tes disusun dalam bentuk 10 butir soal pilihan ganda yang valid dan reliabel untuk mengukur aspek kognitif siswa terhadap materi rangkaian listrik seri, paralel, dan campuran. Seluruh butir soal dikembangkan berdasarkan capaian pembelajaran dan indikator materi, kemudian divalidasi melalui diskusi ahli dengan guru mata pelajaran Dasar Program Keahlian di SMK Negeri 1 Jiwan.

Khusus pada tahap *posttest*, penilaian hasil belajar kognitif siswa diintegrasikan menjadi satu kesatuan antara tes tertulis dan tes praktik. Pada tes praktik, siswa diberikan studi kasus simulasi menggunakan aplikasi Proteus dengan batasan waktu penyelesaian selama 5 menit. Penilaian praktik ini didasarkan pada ketepatan penyusunan komponen, keberhasilan fungsi rangkaian, serta ketepatan analisis dalam pemecahan masalah. Selain instrumen tes, peneliti menggunakan lembar observasi selama proses pembelajaran untuk mendokumentasikan respon siswa terhadap penggunaan media simulasi, yang berfungsi sebagai data pendukung untuk memperkuat analisis hasil tes.

Prosedur penelitian dilakukan dalam dua kali pertemuan. Pertemuan pertama diawali dengan pemberian *pretest*, kemudian dilanjutkan dengan penyampaian materi rangkaian listrik seri, paralel, dan campuran serta pengenalan penggunaan aplikasi Proteus. Pada pertemuan kedua, siswa melaksanakan praktik langsung menyusun dan mensimulasikan rangkaian listrik menggunakan aplikasi Proteus, kemudian diberikan *posttest*. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan statistik deskriptif berupa perhitungan rata-rata nilai *pretest* dan *posttest*. Selanjutnya, untuk mengetahui tingkat efektivitas penggunaan aplikasi Proteus digunakan uji N-Gain. Uji ini digunakan untuk melihat besarnya peningkatan hasil belajar antara sebelum dan sesudah perlakuan secara kuantitatif (Harianja et al., 2024).

$$N - Gain = \frac{Posttest - Pretest}{Skor\ Maksimum - Pretest} \quad (1)$$

(Hake, 1998)

Keterangan :
N-Gain : Nilai peningkatan hasil belajar
Skor Posttest : Nilai setelah perlakuan
Skor Pretest : Nilai sebelum perlakuan
Skor Maksimum : Nilai maksimum yang mungkin dicapai

Adapun kategori interpretasi nilai N-Gain disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Interpretasi N-Gain

Interval N-Gain	Kategori
G > 0,70	Tinggi
0,30 ≤ G ≤ 0,70	Sedang
G < 0,30	Rendah

(Hake, 1998)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada kelas XI Teknik Audio Video SMKN 1 Jiwan dengan jumlah 27 siswa. Efektivitas penggunaan aplikasi Proteus dianalisis menggunakan desain *one group pretest-posttest* melalui dua kali pertemuan.

Tabel 3. Deskripsi Pelaksanaan Pembelajaran

Pertemuan	Kegiatan Pembelajaran	Uraian Pelaksanaan
Pertemuan 1	*Pretest* dan pengenalan materi	Siswa mengerjakan 10 soal pilihan ganda sebagai pretest, kemudian guru menyampaikan materi rangkaian listrik seri, paralel, dan campuran serta pengenalan dasar aplikasi Proteus
Pertemuan 2	Praktik simulasi dan posttest	Siswa melakukan praktik penyusunan rangkaian listrik menggunakan aplikasi Proteus, menguji simulasi, kemudian mengerjakan posttest

Implementasi aplikasi Proteus menunjukkan perubahan signifikan pada keterlibatan dan aktivitas belajar siswa. Sebelum penggunaan media simulasi, pembelajaran didominasi oleh metode konvensional dengan visualisasi statis di papan tulis (Sastrianti, 2022), yang mengakibatkan rendahnya daya analisis siswa terhadap alur pemasangan komponen listrik. Setelah penggunaan aplikasi Proteus, terjadi peningkatan antusiasme siswa secara nyata. Siswa mampu memvisualisasikan hubungan antar komponen, melakukan *trial and error* secara mandiri, dan menguji fungsi rangkaian secara *real-time*.

Hasil observasi lapangan menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi Proteus memfasilitasi lingkungan belajar yang lebih partisipatif dibandingkan metode ceramah. Siswa tidak lagi hanya menerima konsep secara pasif, tetapi terlibat aktif dalam proses eksplorasi simulasi digital. Hal ini sejalan dengan temuan Hadi Sirad & Musra (2021) serta Suswati & Subhan (2021) yang menegaskan bahwa laboratorium virtual mampu meningkatkan efektivitas pembelajaran melalui praktik visual dan pengujian mandiri. Integrasi antara teori dan praktik simulasi ini menjadi kunci utama dalam meningkatkan hasil belajar kognitif siswa dalam materi rangkaian listrik.

Hasil Pretest dan Posttest

Data hasil pretest dan posttest digunakan untuk mengetahui perubahan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah penggunaan aplikasi Proteus. Rekapitulasi nilai rata-rata siswa disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Nilai Pretest dan Posttest

No	Indikator yang Diukur	Rata-rata Pretest	Rata rata Posttest
1	Konsep Dasar Rangkaian Seri	92,5	96
2	Perhitungan Arus pada Rangkaian Seri	88,5	96
3	Analisis Rangkaian Campuran (Titik Percabangan)	74	85,5
4	Konsep Dasar Rangkaian Paralel	85	92,5
5	Perhitungan Tegangan pada Rangkaian Paralel	81,5	89
6	Analisis Efisiensi Rangkaian (Analisis Kasus)	77,5	92,5
7	Identifikasi Komponen Rangkaian Seri	88,5	96
8	Analisis Beban pada Rangkaian Paralel	81,5	89
9	Pemecahan Masalah Rangkaian Campuran (Troubleshooting)	71	85
10	Simulasi dan Pengujian Rangkaian (Praktik)	85	92,5

Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi Proteus memberikan dampak yang bervariasi pada pemahaman siswa di setiap materi. Berdasarkan analisis tiap indikator, peningkatan hasil belajar tertinggi terjadi pada materi rangkaian listrik campuran, khususnya pada indikator analisis titik percabangan (No. 3) dan pemecahan masalah/ *troubleshooting* (No. 9). Peningkatan yang signifikan pada materi ini (rata-rata selisih 13 poin) membuktikan bahwa visualisasi Proteus sangat krusial dalam membantu siswa memahami kompleksitas arus pada rangkaian kombinasi yang sulit dibayangkan secara teoritis. Sebaliknya, peningkatan paling rendah tercatat pada materi rangkaian listrik seri (No. 1 dan No. 7). Tingginya nilai *pretest* (88,5 - 92,5) pada materi ini menunjukkan bahwa siswa telah memiliki pemahaman dasar yang kuat terhadap konsep seri yang linear dan tidak bercabang. Adanya *ceiling effect* pada materi seri mengakibatkan ruang peningkatan tidak sesignifikan materi campuran.

Sementara itu, pada materi rangkaian listrik paralel (No. 4, 5, dan 8), peningkatan hasil belajar berada pada tingkat menengah. Aplikasi Proteus terbukti efektif dalam memfasilitasi pembuktian Hukum Kirchoff secara visual pada titik percabangan, sehingga membantu siswa mengoreksi kesalahan konsep mengenai pembagian arus yang sering terjadi dalam pembelajaran konvensional. Integrasi tes praktik (No. 10) juga menunjukkan bahwa siswa mampu menerapkan teori ke dalam simulasi nyata dalam waktu singkat, yang menegaskan bahwa penggunaan Proteus efektif dalam memperkuat aspek kognitif dan psikomotorik siswa secara bersamaan.

Tabel 5. Distribusi Kategori Hasil Belajar Siswa

Interval Nilai	Kategori	Jumlah Siswa Pretest	Jumlah Siswa Postest

90-100	Sangat Baik	5	14
80-89	Baik	12	10
70-79	Cukup	8	3
<70	Kurang	2	0

Berdasarkan Tabel 5, terjadi pergeseran distribusi nilai yang signifikan. Setelah penggunaan aplikasi Proteus, jumlah siswa dalam kategori "Sangat Baik" meningkat dari 5 menjadi 14 siswa. Sebaliknya, jumlah siswa pada kategori "Cukup" dan "Kurang" mengalami penurunan drastis, dengan tidak ada lagi siswa yang berada pada kategori "Kurang". Data ini mengonfirmasi bahwa penggunaan media simulasi Proteus efektif meningkatkan capaian kognitif siswa secara menyeluruh.

Hasil Perhitungan N-Gain

Untuk mengetahui tingkat efektivitas penggunaan aplikasi Proteus secara kuantitatif digunakan uji N-Gain (Guntara, 2020). Rumus perhitungan N-Gain yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$N - Gain = \frac{Posttest - Pretest}{Skor\ Maksimum - Pretest} \quad (1)$$

Keterangan :
N-Gain : Nilai peningkatan hasil belajar
Skor Posttest : Nilai setelah perlakuan
Skor Pretest : Nilai sebelum perlakuan
Skor Maksimum : Nilai maksimum yang mugkin dicapai

Berdasarkan data rata-rata pretest sebesar 82,5 dan rata-rata posttest sebesar 91,4, maka diperoleh perhitungan:

$$N - Gain = \frac{91{,}4 - 82{,}5}{100 - 82{,}5} = 0{,}5076$$

Hasil tersebut sesuai dengan output pengolahan data menggunakan IBM SPSS Statistics yang menunjukkan nilai mean N-Gain sebesar 0,5076.

Tabel 6. Hasil Uji Descriptive Statistics N-Gain

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std Deviation
Ngain	27	.05	.88	.5076	.24406
Valid N (listwise)	27				

Berdasarkan Tabel 6 diperoleh rata-rata nilai N-Gain sebesar 0,5076. Nilai tersebut berada pada interval $0{,}30 \leq g \leq 0{,}70$ sehingga termasuk dalam kategori sedang (Mutmainnah et al., 2021). Kategori sedang menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi Proteus memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan hasil belajar siswa (Hake, 1998). Meskipun belum mencapai kategori tinggi, hasil tersebut tetap menunjukkan adanya peningkatan kemampuan siswa setelah penggunaan media simulasi. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kemampuan awal siswa yang sudah cukup baik pada saat pretest dengan rata-rata nilai 82,5, sehingga ruang peningkatan nilai menjadi lebih terbatas. Selain itu, proses adaptasi siswa terhadap penggunaan media pembelajaran berbasis simulasi juga memerlukan waktu agar pemanfaatannya dapat lebih optimal. Menurut

(Harianja et al., 2024), kategori sedang menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan mampu menghasilkan peningkatan pembelajaran yang nyata walaupun belum mencapai tingkat maksimal (Sapitri et al., 2020). Dengan demikian, penggunaan aplikasi Proteus dapat dinyatakan cukup efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa pada materi rangkaian listrik.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi Proteus memberikan dampak positif terhadap peningkatan hasil belajar siswa kelas XI Teknik Audio Video pada materi rangkaian listrik. Temuan ilmiah utama dalam penelitian ini adalah terjadinya peningkatan skor rata-rata siswa dari 82,5 pada saat *pretest* menjadi 91,4 pada saat *posttest*, dengan rata-rata N-Gain sebesar 0,5076 yang berada pada kategori sedang. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan media simulasi digital mampu meningkatkan pemahaman konseptual sekaligus kemampuan aplikasi siswa dalam menyusun rangkaian listrik.

Secara saintifik, peningkatan ini terjadi karena aplikasi Proteus mampu mengubah konsep abstrak menjadi visual yang lebih konkret (Utami, 2013). Pada pembelajaran rangkaian listrik, siswa sering mengalami kesulitan memahami hubungan antara simbol komponen, jalur arus, dan fungsi rangkaian karena proses aliran listrik tidak dapat diamati secara langsung (Albab et al., 2025). Melalui Proteus, siswa dapat melihat simulasi kerja komponen secara dinamis sehingga proses berpikir siswa tidak berhenti pada hafalan gambar, melainkan berkembang menuju pemahaman sebab-akibat dalam rangkaian. Temuan ini didukung oleh (Meilina et al., 2023) yang menyatakan bahwa virtual laboratory efektif menjembatani abstraksi konsep menjadi pengalaman belajar nyata.

Selain itu, aplikasi Proteus memberikan umpan balik langsung terhadap hasil kerja siswa. Ketika susunan rangkaian salah, simulasi tidak dapat berjalan, sedangkan ketika susunan benar, output dapat terlihat secara instan (Azizah, 2025). Umpan balik cepat ini mempercepat pembentukan konsep karena siswa mengalami proses *trial and error* secara mandiri. Menurut (Narang et al., 2025), simulasi *real-time* mendorong kemandirian belajar karena siswa tidak hanya menerima informasi, tetapi juga aktif melakukan pengujian dan koreksi. Trend peningkatan nilai yang diperoleh juga menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis simulasi lebih efektif dibandingkan penyampaian teori semata. Walaupun nilai awal siswa sudah tergolong baik, penggunaan Proteus tetap mampu mendorong kenaikan hasil belajar. Hal ini menandakan bahwa peningkatan tidak hanya terjadi pada aspek pengetahuan dasar, tetapi juga pada aspek penalaran logis, ketelitian pemasangan komponen, dan kemampuan analisis rangkaian. Temuan serupa dilaporkan oleh (Maniar et al., 2021) bahwa software Proteus memberikan pengaruh signifikan terhadap hasil belajar karena siswa memperoleh kesempatan belajar visual sekaligus praktik dalam satu waktu.

Temuan tersebut memperkuat hasil penelitian (Pasaribu, n.d.) yang menyatakan bahwa media pembelajaran interaktif memberikan peningkatan hasil belajar yang lebih baik karena siswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih aktif, responsif, dan bervariasi, sehingga proses pembelajaran menjadi lebih menarik dan mudah dipahami. Dalam konteks penelitian ini, aplikasi Proteus memberikan ruang bagi siswa untuk berinteraksi langsung dengan komponen virtual sehingga pemahaman siswa tidak hanya terbentuk melalui penjelasan guru, tetapi juga melalui aktivitas simulasi yang dilakukan secara mandiri.

Jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu, hasil penelitian ini menunjukkan kesamaan pada fungsi Proteus sebagai media simulasi yang efektif meningkatkan pemahaman teknik listrik. (Anggriany et al., 2023) juga menemukan bahwa penggunaan software Proteus berpengaruh terhadap peningkatan hasil belajar pada mata pelajaran gambar teknik listrik. Perbedaannya, penelitian ini menekankan pada materi rangkaian listrik seri, paralel, dan campuran dengan waktu implementasi yang relatif singkat, yaitu dua kali pertemuan, namun tetap menunjukkan peningkatan hasil belajar yang nyata. Kondisi di SMKN 1 Jiwan menunjukkan bahwa sebelum perlakuan siswa cenderung hanya mengenal bentuk simbol rangkaian dari buku ajar dan penjelasan guru tanpa memperoleh kesempatan simulasi digital secara langsung. Setelah penggunaan aplikasi Proteus, siswa dapat menghubungkan simbol komponen dengan fungsi kerjanya melalui praktik virtual yang interaktif. Situasi ini menyebabkan pemahaman siswa berkembang lebih cepat karena proses belajar tidak lagi bersifat abstrak, melainkan berbasis pengalaman mencoba, mengamati, dan memperbaiki kesalahan rangkaian secara mandiri. Fakta lapangan ini memperlihatkan bahwa keberhasilan penggunaan Proteus tidak hanya dipengaruhi oleh fitur software, tetapi juga oleh kesesuaian media dengan kebutuhan belajar siswa vokasional.

Nilai N-Gain sebesar 0,5076 yang berada pada kategori sedang menunjukkan bahwa media belum mencapai taraf efektivitas sangat tinggi, namun telah memberikan kontribusi pembelajaran yang signifikan (Fisika, n.d.). Kategori sedang merupakan hasil yang realistis karena peningkatan belajar juga dipengaruhi oleh kesiapan awal siswa, kemampuan pengoperasian komputer, dan keterbatasan waktu adaptasi terhadap aplikasi (Wahab et al., 2021). Meski demikian, data menunjukkan bahwa aplikasi Proteus berhasil memperkuat pemahaman siswa secara terukur. Dengan demikian, hipotesis penelitian yang menyatakan bahwa penggunaan aplikasi Proteus efektif sebagai media pembelajaran pada materi rangkaian listrik di SMKN I Jiwan dapat diterima. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan media simulasi berbasis digital mampu meningkatkan pemahaman konseptual sekaligus kemampuan aplikatif siswa secara signifikan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa implementasi aplikasi Proteus efektif meningkatkan hasil belajar kognitif siswa pada materi rangkaian listrik di SMKN 1 Jiwan, yang dibuktikan dengan perolehan skor N-Gain sebesar 0,5076 (kategori sedang) serta peningkatan signifikan pada pemahaman materi kompleks seperti rangkaian campuran. Penggunaan media simulasi ini berhasil menjembatani kesenjangan antara penguasaan teori dan keterampilan aplikatif, di mana integrasi tes tulis dengan praktik simulasi berbatas waktu mampu melatih ketajaman analisis dan pemecahan masalah siswa secara mandiri. Mengingat efektivitasnya yang teruji, aplikasi Proteus direkomendasikan sebagai media pembelajaran standar untuk materi teknik kelistrikan di sekolah kejuruan. Sebagai pengembangan riset di masa mendatang, disarankan untuk mengimplementasikan media ini pada materi elektro yang lebih lanjut, seperti sistem kontrol atau elektronika digital, serta menerapkan desain *quasi-experiment* dengan kelompok kontrol guna memperoleh perbandingan efektivitas yang lebih komprehensif.

REFERENSI

Albab, U., Qirom, Q., Sucipto, D., Darpono, R., & Niam, B. (2025). Peningkatan Pengetahuan Pembuatan Rangkaian Elektronika Menggunakan Proteus Di SMKN 3 Kota Tegal. *Jurnal Surya Masyarakat*, *8*(1), 32–42. https://doi.org/10.26714/jsm.8.1.2025.32-42

Ambarwati, D., Wibowo, U. B., Arsyiadanti, H., & Susanti, S. (2021). Studi literatur: Peran inovasi pendidikan pada pembelajaran berbasis teknologi digital. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, *8*(2), 173–184. https://doi.org/10.21831/jitp.v8i2.43560

Anam, K., Mulasi, S., & Rohana, S. (2021). Efektifitas Penggunaan Media Digital dalam Proses Belajar Mengajar. *Genderang Asa: Journal of Primary Education*, *2*(2), 76–87. https://doi.org/10.47766/ga.v2i2.161

Andari, T., Lusiana, R., & Susanti, V. D. (2025). Interactive Mathematics Teaching and Learning Strategy E-Module Based on PjBL to Improve Students' Conceptual Understanding. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, *14*(4), 890–901. https://doi.org/10.23887/jpi-undiksha.v14i4.101539

Anggriany, M. H., Parsa, I. M., & Tamal, C. P. (2023). Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Video Tutorial Dan Media Pembelajaran Software Simulasi Proteus Terhadap Hasil Belajar Mata Pelajaran Gambar Teknik Listrik. *JURNAL SPEKTRO*, *6*(1), 1–7.

Azizah, N. (2025). *Menjelajahi Elektronika Dasar dengan Simulasi Proteus*. Selat Media.

Batubara, H. H. (n.d.). *MEDIA PEMBELAJARAN EFEKTIF*.

Dakhi, A. S. (2020). PENINGKATAN HASIL BELAJAR SISWA. *JURNAL EDUCATION AND DEVELOPMENT*, *8*(2), 468–468.

Filiyani, R., Aisyah, N., Tsania, A., Kurniawati, N., Mulsani, A., Rahmawati, P., & Mahmudah, I. R. (2024). Persepsi Mahasiswa Pendidikan Fisika Terhadap Virtual Laboratory Berbantuan PhET Pada Konsep Fisika. *FREKUENSI*, *1*(1). https://journal.publinesia.com/index.php/frekuensi/article/view/20

Fisika, S. P. (n.d.). *Mengukur Efektivitas Pembelajaran dengan Metode Analisis N-Gain*. S1 Pendidikan Fisika | FMIPA Universitas Negeri Surabaya. Retrieved June 17, 2026, from https://pendidikan-fisika.fmipa.unesa.ac.id/post/mengukur-efektivitas-pembelajaran-dengan-metode-analisis-n-gain

Guntara, Y. (2020). *Normalized gain ukuran keefektifan treatment*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27603.40482

Hafidianto, A. C. E., Nugraha, A., & Adani, M. N. (2020). *SIMULASI DESAIN DAN ANALISIS ALAT PENDETEKSI SUHU MENGGUNAKAN PROTEUS*. *4*(1).

Hajjah, M., Munawaroh, F., Wulandari, A. Y. R., & Hidayati, Y. (2022). IMPLEMENTASI MODEL EXPERIENTIAL LEARNING UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA. *Natural Science Education Research*, *5*(1), 79–88. https://doi.org/10.21107/nser.v5i1.4371

Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, *66*(1), 64–74. https://doi.org/10.1119/1.18809

Harianja, M. R., Yusup, M., & Siahaan, S. M. (2024). Uji N-Gain pada Efektivitas Penggunaan Game dengan Strategi SGQ untuk Meningkatkan Berpikir Komputasi dalam Literasi Energi. *Jurnal Intelektualita: Keislaman, Sosial Dan Sains*, *13*(2), 303–310. https://doi.org/10.19109/intelektualita.v13i2.25168

Indriyanto, S., Permata, E., & Fatkhurrokhman, M. (2020). Pengembangan media pembelajaran trainer instalasi listrik mata pelajaran instalasi penerangan listrik. *TAMAN VOKASI*, *8*(1), 96. https://doi.org/10.30738/jtv.v8i1.6844

Kartikawati, S. (2019). Analisis Interaksi Penerapan Media Pembelajaran Trainer Instalasi Penerangan Listrik dengan Menggunakan Panel Surya Berbasis Project dalam Meningkatkan Hasil Belajar dan Kemampuan Kreatif Mahasiswa. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, *10*(2), 90–95. https://doi.org/10.26877/jp2f.v10i2.4020

Khoirunnisa, N., Hidayat, J., Saefullah, M. Z., & Wardoyo, S. (2025). PENGARUH TRANSFORMASI DIGITAL TERHADAP PENGAJARAN BERBASIS PRAKTIK DI PENDIDIKAN VOKASI. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, *13*(1). https://doi.org/10.23960/jitet.v13i1.5669

Maniar, T., Rusimamto, P. W., Sulistyo, E., & Fransisca, Y. (2021). PENGARUH MEDIA PEMBELAJARAN SOFTWARE PROTEUS TERHADAP HASIL BELAJAR SISWA PADA MATA 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

Meilina, I. L., Rohmah, A. A., F, D. S. N., A, L. L., & Farikha, N. (2023a). Studi Literatur Efektivitas Virtual Laboratorium Pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Pembelajaran*, *1*(2), 40–50. https://doi.org/10.58706/jipp.v1n2.p40-50

Meilina, I. L., Rohmah, A. A., F, D. S. N., A, L. L., & Farikha, N. (2023b). Studi Literatur Efektivitas Virtual Laboratorium Pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Pembelajaran*, *1*(2), 40–50. https://doi.org/10.58706/jipp.v1n2.p40-50

Mutmainnah, M., Aunurrahman, A., & Warneri, W. (2021). Efektivitas Penggunaan E-Modul Terhadap Hasil Belajar Kognitif Pada Materi Sistem Pencernaan Manusia Di Madrasah Tsanawiyah. *Jurnal Basicedu*, *5*(3), 1625–1631. https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i3.952

Narang, N., Meok, N., Arpin, R., & Radja, A. (2025). *Peningkatan Kemandirian Belajar Melalui Simulasi Proteus dalam Praktikum Perakitan Pesawat Elektronika*. *9*, 18651–18659. https://doi.org/10.31004/jptam.v9i2.29013

Pasaribu, T. (n.d.). *PERBANDINGAN PENERAPAN MEDIA INTERAKTIF SIMULASI ELEKTRONIK (MISE) DAN MEDIA POWERPOINT TERHADAP ACADEMIC PERFORMANCE DI SMA NEGERI 2 MUARO JAMBI*.

Prastyaningrum, I., Ardi, P., & Wahyudi, W. (2024). Analysis of Creativity and Critical Thinking Skills Through Project-Based Learning of Smart Solar Panel System. *Journal of Instructional and Development Researches*, *4*(3), 97–104. https://doi.org/10.53621/jider.v4i3.308

Prastyaningrum, I., & Pratama, H. (2019a). Problem-Based Learning Model for Three-Phase Induction Motor. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, *9*(1), 55–64. https://doi.org/10.26740/jpfa.v9n1.p55-64

Prastyaningrum, I., & Pratama, H. (2019b). Student conception of Ohm's law. *Journal of Physics: Conference Series*, *1321*(2), 022028. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1321/2/022028

Putra, R. D., Murtadho, M. A., Isnaini, M., & Afgani, M. W. (2025). Design Penelitian Kuantitatif: Pengertian dan Macam-macam Jenisnya. *EDU SOCIETY: JURNAL PENDIDIKAN, ILMU SOSIAL DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT*, *5*(3), 191–199. https://doi.org/10.56832/edu.v5i3.1805

Rahmah, U., Sidik, D., & AndiNurfadhilah. (2026). *PEMANFAATAN SOFTWARE PROTEUS PADA MATA PELAJARAN PENERAPAN RANGKAIAN ELEKTRONIKA DALAM MENINGKATKAN HASIL BELAJAR SISWA KELAS XI TEKNIK AUDIO VIDEO DI SMK NEGERI 2 BARRU | Jurnal Elektronika Telekomunikasi & Computer*. https://journal.unm.ac.id/index.php/JETC/article/view/12050

Sapitri, R. D., Hadisaputra, S., & Junaidi, E. (2020). Pengaruh penerapan praktikum berbasis kearifan lokal terhadap keterampilan literasi sains dan hasil belajar. *Jurnal Pijar Mipa*, *15*(2), 122–129. https://doi.org/10.29303/jpm.v15i2.1342

Sastrianti, S. (2022). *Penggunaan Media Audio Visual dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran PAI Kelas X Teknik Komputer Jaringan di SMKN 1 Jiwan Madiun* [Diploma, IAIN Ponorogo]. https://etheses.iainponorogo.ac.id/18841/

Suswati, L., & Subhan, M. (2021). Efektivitas Virtual Laboratorium Berbantuan Software Proteus Pada Praktikum Fisika Rangkaian Listrik Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa. *GRAVITY EDU (JURNAL PENDIDIKAN FISIKA)*, *4*(1), 30–34. https://doi.org/10.33627/ge.v4i1.477

Syahira, J., Putri, A. E. S., & Darmadi, D. (2025). Pengembangan MEDIA Pembelajaran Matematika Berbasis Spinstata untuk Pengenalan Materi Statistika di Sekolah Dasar. *Indonesian Journal of Education*, *1*(3), 75–83.

Utami, K. (2013). PENGGUNAAN MEDIA AUDIO VISUAL UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP SISWA DI SEKOLAH DASAR. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, *1*(2), 1–10.

Wahab, A., Junaedi, J., & Azhar, Muh. (2021). Efektivitas Pembelajaran Statistika Pendidikan Menggunakan Uji Peningkatan N-Gain di PGMI. *Jurnal Basicedu*, *5*(2), 1039–1045. https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i2.845

Waluyo, B. D., Bintang, S., & Januariyansah, S. (2021). The Effect Of Using Proteus Software AS A Virtual Laboratory On Student Learning Outcomes. *Paedagoria*, *12*(1), 140–145. https://doi.org/10.31764/paedagoria.v12i1.4247

Yam, J. H., & Taufik, R. (2021). Hipotesis Penelitian Kuantitatif. *Perspektif : Jurnal Ilmu Administrasi*, *3*(2), 96–102. https://doi.org/10.33592/perspektif.v3i2.1540

Yanto, D. T. P. (2019). Praktikalitas Media Pembelajaran Interaktif pada Proses Pembelajaran Rangkaian Listrik. *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi*, *19*(1), 75–82. https://doi.org/10.24036/invotek.v19i1.409

Yuniarti, A., Titin, T., Safarini, F., Rahmadia, I., & Putri, S. (2023). MEDIA KONVENSIONAL DAN MEDIA DIGITAL DALAM PEMBELAJARAN. *JUTECH : Journal Education and Technology*, *4*(2), 84–95. https://doi.org/10.31932/jutech.v4i2.2920