EFEKTIVITAS PEMANFAATAN SIMULASI SOFTWARE PROTEUS DALAM MEMBUAT RANGKAIAN ELEKTRONIKA PADA MATERI SEMIKONDUKTOR DIODA

Wilfrida Mayasti Obina[1*], Evani Doana Nababan[2], Andi Nurfahrunnisa[3]
[1*,2] Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Musamus Merauke, [3]Program studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Musamus Merauke. Indonesia
**Corresponding Author: wilfridamayasti@unmus.ac.id*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas pemanfaatan simulasi software proteus dalam membuat rangkaian elektronika khususnya pada materi semikonduktor dioda. Metode penelitian yang digunakan yaitu kuantitatif deskriptif. Subyek dari penelitian ini yaitu Mahasiswa yang mengikuti mata kuliah Elektronika Lanjut. Hasil penelitian diperoleh bahwa persentase pemahaman konsep sebesar 74,55%, keterampilan simulasi sebesar 74,14%, efektivitas pembelajaran sebesar 80,91% dan motivasi belajar sebesar 76,97% termasuk katagori efektif, serta hambatan yang dihadapi mahasiswa dalam pembelajaran sebesar 58,18% termasuk katagori cukup. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pemanfaatan simulasi software proteus dalam membuat rangkaian elektronika khususnya materi semikonduktor dioda efektif meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan simulasi, efektivitas pembelajaran dan motivasi belajar pada sebagian besar mahasiswa serta masih ada mahasiswa yang merasa kesulitan dalam pembelajaran menggunakan simulasi software proteus. Hasil penelitian diperoleh bahwa pembelajaran menjadi lebih efektif dengan memanfaatkan simulasi software proteus dalam membuat rangkaian elektronika pada materi semikonduktor dioda.

Kata Kunci: Simulasi software proteus, Software proteus 8, Rangkaian elektronika, Rangkaian dioda

ABSTRACT

This study aims to determine the effectiveness of using Proteus software simulation in creating electronic circuits, particularly on the topic of semiconductor diodes. The research method employed is a descriptive quantitative approach. The subjects of this study are students who take Advanced Electronics courses. The results of the study show that the percentage of concept understanding is 74.55%, simulation skills are 74.14%, learning effectiveness is 80.91%, and learning motivation is 76,97%, which are all categorized as effective, while the obstacles faced by students in learning are 58.18%, which are categorized as sufficient. The results of the study indicate that the use of Proteus simulation software in creating electronic circuits, especially on the topic of semiconductor diodes, is effective in improving concept comprehension, simulation skills, learning effectiveness, and learning motivation in most students, while there are still students who find it difficult to learn using Proteus simulation software. The results of the study show that learning becomes more effective when utilizing Proteus simulation software to create electronic circuits on the topic of semiconductor diodes.

Keywords: Proteus software simulation, Proteus 8 software, electronic circuits, Diode circuit

PENDAHULUAN

Pembelajaran fisika terkait elektronika khususnya pada materi semikonduktor dioda sering menjadi tantangan bagi mahasiswa dalam memahami rangkaian karena bersifat abstrak dan membutuhkan pemahaman terkait distribusi arus yaitu bias maju dan bias mundur serta karakteristik komponen elektronika lainnya dalam rangkaian (Kurniadi et al., 2024). Mahasiswa juga sering mengalami kesulitan saat praktikum bila dihadapkan langsung pada alat praktikum tanpa bekal yang cukup tentang rangkaian sehingga sering mengakibatkan kesalahan dalam merangkai bahkan dapat merusak perangkat praktikum (Kamal et al., 2024). Pembelajaran materi semikonduktor dioda menuntut mahasiswa untuk tidak hanya memahami konsep karakteristik dan fungsi dioda secara teori saja namun juga membutuhkan keterampilan merangkai komponen-komponen dalam rangkaian tersebut (Anitis & Maryadi, 2018). Selain itu, keterbatasan peralatan laboratorium fisika di sekolah-sekolah Wilayah Papua khususnya daerah pedalaman akan menjadi kendala besar pembelajaran fisika ketika mahasiswa telah menjadi guru fisika. Oleh karena itu salah satu solusi penting mengatasi hal tersebut yaitu membekali mahasiswa dengan pembelajaran menggunakan simulasi teknologi atau virtual laboratorium (Fitria et al., 2023; Meilina et al., 2023; Wardani & Malik, 2023).

Perkembangan teknologi yang pesat berdampak pada kemajuan virtual laboratorium yang dapat dimanfaatkan untuk memperlancar proses pembelajaran. Salah satu virtual laboratorium atau simulasi teknologi berbasis komputer yang dapat digunakan dalam simulasi elektronika yaitu simulasi software proteus. Simulasi software proteus menyediakan berbagai komponen elektronika (dioda, resistor, potensiometer, tranformator, dll), fasilitas merangkai (desain papan sirkuit cetak/PCB), menguji rangkaian (amperemeter, voltmeter, osiloskop,dll) serta menjalankan berbagai jenis rangkaian elektronika secara virtual (Anggriany et al., 2023). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa software proteus sangat efektif diterapkan dalam pembelajaran rangkaian elektronika ditinjau dari hasil belajar siswa secara kognitif dan psikomotorik, sehingga dalam penelitian ini akan mencoba melihat bagaimana efektivitas pemanfaatan simulasi software proteus tidak hanya ditinjau dari pemahaman konsep dan keterampilan simulasi saja tetapi juga seberapa efektif pembelajaran fisika berbantuan simulasi software proteus membantu dosen dan mahasiswa dalam belajar fisika, mengetahui apakah mahasiswa termotivasi dalam belajar serta apa hambatan yang dihadapi dalam pembelajaran khususnya materi semikonduktor dioda pada mahasiswa yang mengambil mata kuliah elektronika lanjut (Nurhidayah et al., 2020). Penggunaan simulasi software proteus dapat meningkatkan keterampilan mahasiswa dalam menyusun rangkaian elektronika serta mendukung penguatan kompetensi teknis seperti yang diharapkan dalam kurikulum Merdeka. Penggunaan simulasi software proteus juga dapat meningkatkan keterampilan digital mahasiswa sehingga menjawab tantangan abad 21 (R. Putra et al., 2024). Simulasi software proteus dapat mengatasi keterbatasan laboratorium karena biaya investasi pemanfaatan teknologi ini lebih terjangkau, menarik dan interaktif dalam pembelajaran (Hafidianto et al., 2020; Kholis et al., 2018). Pemanfaatan simulasi software proteus merupakan salah satu solusi inovatif mengatasi permasalahan keterbatasan (biaya, alat, waktu) dalam pembelajaran fisika materi semikonduktor dioda khususnya karakteristik dioda, fungsi dioda serta penggunaan dioda dalam rangkaian, karena penelitian sebelumnya membandingkan

penggunaan simulasi proteus dan praktikum secara langsung diperoleh hasil simulasi software proteus sama dengan praktikum dan kelebihannya yaitu hemat waktu, hemat biaya dimana hanya menggunakan komputer/laptop, selain itu penelitian ini tidak hanya mempelajari konsep semikonduktor dioda namun lebih mendalam akan meneliti terkait efektivitas pembelajaran mahasiswa, bagaimana motivasi belajar, keterampilan simulasi serta hambatan yang dialami mahasiswa dalam penggunaan simulasi software proteus sehingga dari hambatan tersebut dapat dipelajari untuk diperbaiki secara tepat dan cepat demi kelancaran pembelajaran selanjutnya (Firdaus et al., 2020; Khair et al., 2020; Syahminan & Hidayat, 2021; Waluyo et al., 2021)

Pemanfaatan simulasi software proteus dalam penelitian ini diharapkan menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan kualitias pembelajaran fisika karena mahasiswa dapat menentukan sendiri komponen elektronika yang dibutuhkan, merancang, menguji, menjalankan serta mengevaluasi bila ada kesalahan yang ditemukan. Hal tersebut tentu akan meningkatkan keterampilan mahasiswa membuat rangkaian elektronika khususnya pada materi semikonduktor dioda (Budi et al., 2021; Khair et al., 2020). Pemanfaatan software proteus mempermudah mahasiswa untuk mengulang-ulang percobaan dalam membuat rangkain dan pengujian sehingga mengurangi kesalahan saat praktikum pada rangkaian secara langsung (Narang et al., 2025; Saputra et al., 2025).

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif deskriptif. Penelitian kuantitatif merupakan penelitian dimana data akan dianalisis menggunakan statistik. Statistik yang digunakan dapat berupa statistik sederhana maupun kompleks. Statistik dalam penelitian ini yaitu analisis statistik deskriptif untuk mendeskripsikan keadaan subyek yang akan diteliti. Sampel penelitian ini jumlahnya sama dengan jumlah populasi, bila jumlah sampel kurang dari 100, jumlah populasi sama dengan jumlah sampel penelitian (Arikunto, 2017:173). Subyek penelitian adalah mahasiswa berjumlah 15 orang yang mengambil mata kuliah elektronika lanjut pada Jurusan Pendidikan Fisika Universitas Musamus. Sampel penelitian ini jumlahnya sama dengan jumlah populasi dimana subyek penelitian merupakan data kelompok sehingga memenuhi syarat ukuran sampel (DelİceI, 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keadaan subyek khususnya pemanfaatan simulasi *Software Proteus* dalam membuat rangkaian elektronika pada materi semikonduktor dioda. Simulasi software proteus yang digunakan yaitu *Software Proteus 8 Demonstration*. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini divalidasi oleh ahli dan data yang diperoleh akan dianalisis menggunakan statistik deskriptif guna mendapatkan persentase dari setiap indikator penelitian yaitu pemahaman konsep, keterampilan simulasi, efektivitas pembelajaran, motivasi belajar dan hambatan yang dihadapi mahasiswa untuk menggambarkan pemanfaatan simulasi software proteus sebagai sumber belajar dalam membuat rangkaian elektronika khususnya pada materi semikonduktor dioda (Azizah, 2024; Budi et al., 2021; Noverma et al., 2024). Data penelitian akan dianalisis menggunakan rumus persentase pada persamaan (1) dan kategori efektivitas seperti Tabel 1. *Kategori Efektivitas Pemanfaatan Simulasi Software Proteus dalam Membuat Rangkaian Semikonduktor Dioda* (Noverma et al., 2024; Suswati et al., 2021). Kategori Efektivitas Pemanfaatan Simulasi Software Proteus dalam Membuat Rangkaian Semikonduktor Dioda berikut:

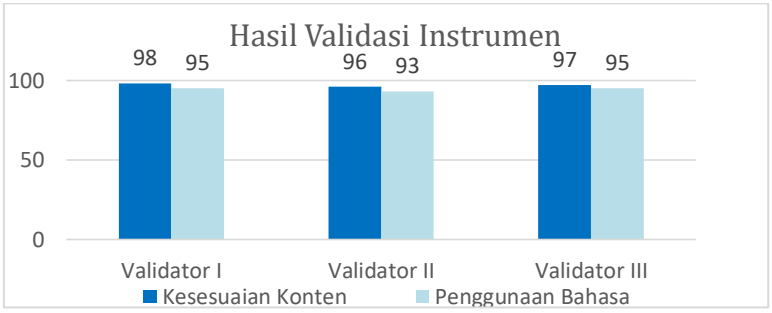
$$\% = \frac{Jumlah\ skor\ yang\ diperoleh}{Jumlah\ skor\ total} x\ 100\ (\%) \quad (1)$$

Tabel 1. *Kategori Efektivitas Pemanfaatan Simulasi Software Proteus dalam Membuat Rangkaian Semikonduktor Dioda*

Skor	Kategori
85% - 100%	Sangat Efektif
69% - 84%	Efektif
53% - 68%	Cukup
37% - 52%	Kurang Efektik
20% - 36%	Sangat Kurang Efektif

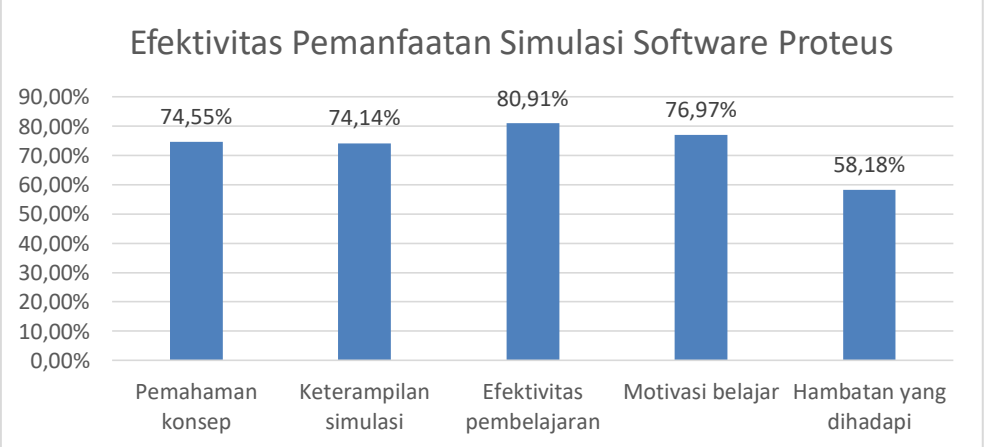
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil validasi instrumen dalam penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 1. *Hasil Validasi Instrumen Penelitian*. Hasil validasi ahli/validator menunjukkan bahwa instrumen layak digunakan dengan beberapa perbaikan untuk penelitian ini.



Gambar 1. *Hasil Validasi Instrumen Penelitian*

Pemanfaatan simulasi software proteus dalam membuat rangkaian elektronika pada materi semikonduktor dioda diukur menggunakan lima indikator. Hasil penelitian dapat dilihat melalui grafik persentase untuk setiap indikator pada Gambar 2. *Persentase Efektivitas pemanfaatan simulasi software proteus dalam membuat rangkaian elektonika pada materi semikonduktor dioda* berikut:



Gambar 2. *Persentase Efektivitas Pemanfaatan Simulasi Software Proteus dalam Membuat Rangkaian Elektonika pada Materi Semikonduktor Dioda*

Hasil penelitian dari Gambar 2 menunjukkan bahwa pemanfaatan simulasi software proteus dalam membuat rangkaian elektonika pada materi semikonduktor dioda untuk indikator pertama yaitu pemahaman konsep diperoleh persentase sebesar 74,55%, masuk

kategori efektif. Persentase indikator keterampilan simulasi diperoleh 74,14% masuk kategori efektif, indikator efektifitas pembelajaran yaitu 80,91% masuk kategori efektif, indikator motivasi belajar yaitu 76,97% masuk kategori efektif dan indikator hambatan yang dihadapi yaitu 58,18% masuk dalam kategori cukup.

Hasil penelitian untuk indikator pemahaman konsep tercapai persentase sebesar 74,55% tergolong kategori efektif. Hal tersebut berarti bahwa pemanfaatan simulasi software proteus dalam membuat rangkaian elektronika pada materi semikonduktor dioda efektif membantu mahasiswa dalam memahami konsep dioda. Hasil kuisioner menunjukkan adanya peningkatan pemahaman konsep setelah pelaksanaan pembelajaran, dimana sesuai penelitian sebelumnya dalam penggunaan software proteus sebagai laboratorium virtual pada mata kuliah elektronika dasar diperoleh adanya peningkatan pemahaman konseptual dari hasil belajar mahasiswa (Putra, 2015; Waluyo et al., 2021). Hasil tersebut menunjukkan bahwa mayoritas mahasiswa mengalami peningkatan pemahaman secara signifikan terhadap konsep rangkaian elektronika khususnya materi semikonduktor dioda. Mahasiswa semakin mampu mengidentifikasi bila terdapat kesalahan simulasi karena membutuhkan pemahaman konseptual yang lebih mendalam (Narang et al., 2025). Mahasiswa dilatih untuk berpikir kritis membuat hipotesis dan melihat hasil yang ditunjukkan grafik pada software proteus bagaimana aliran arus mengalir ketika semikonduktor dioda dipasang searah dan berbalik arah yang akan mempengaruhi fungsi kerja dioda. Hal tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya yang memperoleh hasil adanya hubungan yang signifikan antara berpikir kritis dengan penggunaan simulasi proteus dalam pembelajaran (Matsun et al., 2021).

Keterampilan simulasi hasil penelitian menunjukkan tercapai 74,14%, tergolong dalam kategori efektif yaitu pemanfaatan simulasi software proteus dalam membuat rangkaian elektronika pada materi semikonduktor dioda efektif meningkatkan keterampilan simulasi sebagian besar mahasiswa. Keterampilan simulasi mahasiswa diantaranya menemukan komponen-komponen elektronika dalam simulasi software proteus, menghubungkan setiap komponen hingga menjadi suatu rangkaian dioda, menjalankan dan menguji rangkaian tersebut. Mahasiswa tidak hanya belajar membuat rangkaian dioda namun juga mengubah tegangan variabel pada potensiometer, mengukur arus menggunakan amperemeter, mengukur tegangan menggunakan voltmeter, serta mengatur penggunaan osiloskop (Narang et al., 2025). Beberapa contoh rangkaian yang dibuat mahasiswa dapat dilihat pada Gambar 3. *Karakteristik Dioda pada Bias Maju* dan Gambar 4. *Fungsi Dioda Sebagai Penyearah Gelombang Penuh*. Sebagian besar mahasiswa merasa bahwa keterampilan simulasi mereka meningkat signifikan setelah mengikuti pembelajaran, karena sebelumnya hanya sekitar 10% mahasiswa yang pernah menggunakan simulasi software proteus. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya, pelatihan perancangan rangkaian elektronika menggunakan software proteus menunjukkan adanya peningkatan keterampilan praktis pada siswa PKBM Wiyata Utama Jawa Barat (Pangaribowo et al., 2022). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa pemanfaatan simulasi software proteus pada mata kuliah pemrograman dan mikrokontroler arduino meningkatkan keterampilan dan kreativitas mahasiswa (Budi et al., 2021). Peningkatan keterampilan sains juga ditunjukkan oleh penelitian terdahulu mengenai efektivitas virtual laboratorium berbantuan software proteus pada praktek rangkaian listrik, sehingga pemanfaatan simulasi software proteus dalam

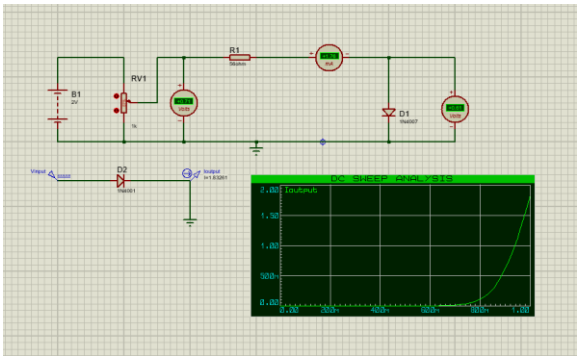
membuat rangkaian elektronika khususnya rangkaian dioda efektif untuk meningkatkan keterampilan mahasiswa (Suswati et al., 2021).

Efektivitas pembelajaran menunjukkan persentase sebesar 80,91%, masuk katagori efektif. Indikator ini memiliki nilai perentase tertinggi dari indikator lainnya. Hasil data menunjukkan bahwa pemanfaatan simulasi software proteus dalam pembuatan rangkaian elektronika pada materi semikonduktor dioda efektif membantu mahasiswa dalam mengambil data praktikum tanpa melakukan praktikum secara langsung (Suswati et al., 2021). Selain itu mahasiswa juga dapat menghindari kesalahan praktikum langsung karena telah mempelajari pembuatan rangkaian, mempelajari karakteristik dan fungsi dioda dari simulasi software proteus sebelum praktikum dilaksanakan (Nuraini, 2018). Simulasi software proteus memiliki komponen-komponen yang cukup lengkap sehingga dapat dimanfaatkan pada materi elektronika lainnya, dimana dengan bantuan komputer atau virtual laboratorium ini akan lebih menghemat waktu, tenaga, biaya dan pembelajaran lebih praktis dan efektif terkhusus pada wilayah-wilayah yang masih terkendala pada minimnya fasilitas laboratorium (Azizah, 2024; Wang et al., 2022). Pemanfaatan simulasi software proteus dalam pembuatan rangkaian elektronika ini akan menjadi bekal bagi mahasiswa calon guru fisika ketika menghadapi tantangan bertugas mengajar fisika di wilayah pedalaman yang minim fasilitas laboratorium seperti di wilayah Papua.

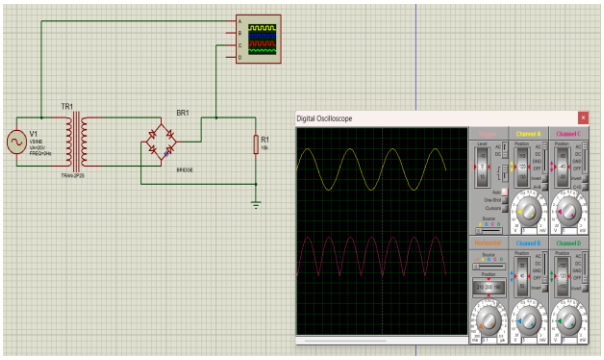
Hasil penelitian menunjukkan bahwa motivasi belajar mahasiswa masuk kategori efektif dengan persentase 76,97%. Mahasiswa memiliki motivasi belajar yang tinggi dalam membuat rangkaian elektronika pada materi semikonduktor dioda dengan memanfaatkan simulasi software proteus. Hasil kuisioner menunjukkan bahwa mahasiswa lebih bersemangat belajar karena komponen elektronika dalam simulasi software proteus lengkap sehingga dapat digunakan untuk rangkaian elektronika lainnya, melihat langsung tampilan grafik karakteristik dioda, tampilan gelombang penyearah oleh osiloskop sebagai fungsi dari rangkaian semikonduktor dioda. Mahasiswa dapat mengamati perbedaan gelombang pada osiloskop ketika arus sebelum melewati dioda dan setelah melewati dioda. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya diperoleh motivasi belajar siswa yang tinggi dengan penggunaan simulasi proteus pada pelajaran dasar listrik dan elektronika karena simulasi proteus menciptakan pembelajaran yang interaktif sehingga siswa tertarik dan tidak bosan mengikuti pembelajaran (Riana, 2023). Mahasiswa juga merasa lebih percaya diri ketika akan praktikum secara langsung karena telah mencoba terlebih dahulu membuat rangkaian elektronika khususnya semikonduktor dioda, menguji dan memperbaiki bila ada kesalahan penyusunan rangkaian menggunakan simulasi software proteus. Pembelajaran ini membuat mahasiswa termotivasi karena semakin mandiri belajar, seperti hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ada peningkatan motivasi belajar siswa dalam penggunaan simulasi software proteus karena menciptakan kemandirian belajar bagi siswa (Putra dan Lusia, 2015).

Tantangan/hambatan yang dihadapi mahasiswa dalam pembuatan rangkaian elektronika pada materi semikonduktor dioda menggunakan simulasi software proteus diperoleh persentase 58,18%, masuk katagori cukup. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian mahasiswa mengalami hambatan/tantangan memanfaatkan simulasi software proteus dalam pembuatan rangkaian dioda. Mahasiswa merasa kesulitan dalam menggunakan fitur-fitur simulasi software proteus karena baru mengenal simulasi sofware proteus dan bahasa yang digunakan dalam simulasi adalah bahasa Inggris. Faktor eksternal lain dari

hambatan yang dihadapi mahasiswa yaitu kurangnya waktu belajar di rumah karena kesibukan pada organisasi dan penggunaan *smart phone* yang berlebihan (Jua et al., 2025). Oleh karena itu, mahasiswa memerlukan bimbingan dan waktu lebih untuk mendalami simulasi software proteus dalam pembuatan rangkaian elektronika khususnya pada materi semikonduktor dioda.



Gambar 3. *Karakteristik Dioda pada Bias Maju Penuh*



Gambar 4. *Fungsi Dioda Sebagai Penyearah Gelombang*

SIMPULAN

Data penelitian menunjukkan tercapai pemahaman konsep materi sebesar 74,55%, keterampilan simulasi sebesar 74,14%, efektivitas pembelajaran sebesar 80,91%, motivasi belajar sebesar 76,97% dan hambatan yang dihadapi mahasiswa dalam pembelajaran sebesar 58,18%. Hasil Penelitian ini diperoleh bahwa pemanfaatan simulasi software proteus dalam membuat rangkaian elektronika pada materi semikonduktor dioda efektif dalam pembelajaran yaitu efektif meningkatkan pemahaman konsep materi, keterampilan simulasi, efektivitas pembelajaran dan motivasi belajar mahasiswa.

Saran untuk penelitian selanjutnya dapat didalami mengenai hambatan atau tantangan yang dihadapi mahasiswa terkait pemanfaatan simulasi software proteus dalam membuat rangkaian elektronika pada materi semikonduktor dioda. Hal tersebut agar dapat diperoleh solusi tepat guna meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Ketua Program Studi serta para Pimpinan di lingkungan Program Studi Pendidikan Fisika, Dosen dan Tendik di lingkungan Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Musamus Merauke yang telah mendukung proses penelitian sehingga penelitian ini telah berjalan dengan baik dan lancar. Apresiasi disampaikan bagi para mahasiswa yang telah berpartisipasi dan berkolaborasi serta semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi bidang pendidikan khususnya dalam pembelajaran fisika.

DAFTAR PUSTAKA

Arikunto, S. (2017). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.

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.
Anitis, D. I. A., & Maryadi, T. H. T. (2018). Efektivitas Media Pembelajaran Berbantuan Proteus Untuk Peningkatan Kompetensi Digital Dasar. *E-Journal Universitas Negeri Yogyakarta*, *8*(4), 260–266.
Azizah, N. (2024). Analisis Kebutuhan Pengembangan Buku Ajar Elektronika Dasar Berbantuan Simulasi Proteus Bagi Mahasiswa Pendidikan Fisika. *Kappa Journal*, *8*(3), 421–431.
Budi, A. H. S., Juanda, E. A., Fauzi, D. L. N., Henny, H., & Masek, A. (2021). Implementation of Simulation Software on Vocational High School Students in Programming and Arduino Microcontroller Subject. *Journal of Technical Education and Training*, *13*(3), 108–114.
Delİce, A. (2010). The Sampling Issues in Quantitative. *Educational Sciences: Theory & Practice*, *10*(4), 2001–2018.
Firdaus, Fatiatun, Jumini, S., Trisnowati, E., & Dahnuss, D. (2020). Proteus As A Virtual Simulation To Improve Readiness And Process Skills In Laboratory Experiment Proteus As A Virtual Simulation To Improve Readiness And Process Skills In Laboratory Experiment. *Journal of Physics: Conference Series*, *1517*, 1–6. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1517/1/012074
Fitria, N., R, A. M. K., Hardoyo, T., Supriadi, B., Harijanto, A., & Junaidi, M. R. (2023). Penggunaan Phet Simulation Untuk Meningkatkan Aktivitas Dan Hasil Belajar Siswa SMP Islam Panggul. *OPTIKA*, *7*(2), 428–438.
Hafidianto, A. C. E., Nugraha, A., & Adani, M. N. (2020). Simulasi Desain Dan Analisis Alat Pendeteksi Suhu Menggunakan Proteus. *METHOMIKA: Jurnal Manajemen Informatika & Komputerisasi Akuntansi*, *4*(1), 27–31.
Jua, S. K., Sumanik, N. B., Obina, W. M., & Reski, A. (2025). The Impact of Internal Learning Barriers on the Participation and Academic Persistence of Indigenous Papuan University Students. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, *13*(1), 21–34.
Kamal, M. F. S., Johan, A. A. A. N., Maharani, L. A., Falah, M. M., Jati, N. P. A., Nashih, S. A., Setiaji, B., & Sari, M. (2024). Pengalaman Asistensi Praktikum Termodinamika. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, *8*(2), 334–346.
Khair, M., Mirna, M., Isminarti, & Fauziah. (2020). Rancang Bangun Media Pembelajaran Praktikum Piranti Elektronika Untuk Memahami Karakteristik Dioda. *MAPLE: Mechatronics Journal in Professional and Entrepreneur*, *2*(1), 17–20.
Kholis, N., Zuhrie, M. S., & Rahmadian, R. (2018). Innovation Online Teaching Module Plus Digital Engineering Kit with Proteus Software through Hybrid Learning Method to Improve Student Skills Innovation Online Teaching Module Plus Digital Engineering Kit with Proteus Software through Hybrid Learning Meth. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *336*, 1–7. https://doi.org/10.1088/1757-899X/336/1/012036
Kurniadi, E., Hidayat, A., Handayanto, S. K., Supriana, E., & Mayasari, T. (2024). Conflict Between Physical Analysis And Mathematics Causing Failure : A Case On Diode Circuits. *Momentum: Physics Education Journal. 8(2), 239-248*, *8*(2), 239–248. https://doi.org/10.21067/mpej.v8i2.9649
Matsun, M., Boisandi, B., Sari, I., & Hadiati, S & Hakim, S. L. (2021). Use of Arduino Microcontroller and Proteus Software in Physics Lesson in Review of Mathematics Ability and Critical Thinking Skills. *Jurnal Penelitian Dan Pendidikan IPA*, *7*, 20–27. https://doi.org/10.29303/jppipa.v7iSpecialIssue.916
Meilina, I. L., Rohmah, A. A., Faizah, D. S. N., Azizah, L. L., & Farikha, N. (2023). Studi Literatur Efektivitas Virtual Laboratorium Pada Pembelajaran Fisika. *Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Pembelajaran (JIPP)*, *01*(02), 40–50.

Narang, N. H. Z., Meok, N. J., Arpin, R. M., & Rajda, A. K. (2025). Peningkatan Kemandirian Belajar Melalui Simulasi Proteus dalam Praktikum Peningkatan Kemandirian Belajar Melalui Simulasi Proteus dalam Praktikum Perakitan Pesawat Elektronika. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, *9*(2), 18651–18659. https://doi.org/10.31004/jptam.v9i2.29013

Noverma, N., Perawati, P., & Susanti, T. (2024). Pemanfaatan Phet Interactive Simulation Sebagai Sumber Belajar Ilmu Pengetahuan Alam Di Sekolah Menengah Pertama. *JPGI: Jurnal Penelitian Guru Indonesia*, *9*(4), 40–44.

Nuraini, R. (2018). Desain Robot Pemberi Pakan Ayam Ternak Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega16 Menggunakan Simulator Software Proteus 8. *Jurnal PETIR*, *11*(1), 31–37.

Nurhidayah, S., Aribowo, D., & Desmira. (2020). Penerapan Aplikasi Simulasi Electronic Workbench dan Proteus pada Materi Penerapan Rangkaian Elektronika bagi Siswa Kelas XI Teknik Elektronika Industri. *Jurnal Edukasi Elektro (JEE)*, *4*(2), 120–128.

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.

Putra, D. M. (2015). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Menerapkan Model Self-Directed Learning (SDL) Berbantuan Software Proteus Untuk Mencapai Kompetensi Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*, *4*(1), 277–283.

Putra, R., Susarjono, L. H., & Arianto, F. (2024). Pengaruh Aplikasi Proteus Terhadap Kemampuan Belajar Mandiri Pada Siswa Teknik Elektronika : Sebuah Kajian Literatur. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro (JPTE)*, *05*(01), 44–51.

Saputra, R., Hakim, B. W., & Arifin, A. R. (2025). Analisis dan Perancangan Rangkaian Power Supply Dengan Modifikasi Penyearah Dioda IN4001 Untuk Mengatur Output Tegangan dan Arus Berdasarkan Variasi Beban. *JEF: Journal Electric Field*, *2*(1), 48–56.

Suswati, L., Subhan, M., & Wulandari, K. (2021). Efektivitas Virtual Laboratorium Berbantuan Software Proteus Pada Praktikum Fisika Rangkaian Listrik Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa. *Gravity Edu: Jurnal Pembelajaran Dan Pengajaran Fisika*, *4*(2), 31–37.

Syahminan, S., & Hidayat, C. W. (2021). Development Of Digital Engineering Learning With Proteus Software Media And Emulators Department Of Informatics Engineering Kanjuruhan University. *Journal of Physics: Conference Series*, *1869*, 1–4. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1869/1/012076

Waluyo, B. D., Bintang, S., & Januariyansah, S. (2021). The Effect Of Using Proteus Software As A Virtual. *Paedagoria: Jurnal Kajian, Penelitian Dan Pengembangan Kependidikan*, *12*(1), 140–145.

Wang, X., Wang, J., Weng, Z., Wei, Y., Han, D., & Gong, C. (2022). Reform Exploration of Proteus Virtual Simulation Practice Teaching in Electronic. *Advances in Applied Sociology*, *12*, 93–101. https://doi.org/10.4236/aasoci.2022.124009

Wardani, A. K., & Malik, A. (2023). Analisis Efektivitas Virtual Laboratorium Amrita dalam Menjalankan Praktikum Pegas dan Hubungan Variabel dalam Konteks Hukum Hooke. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, *7*(2), 200–208.