

INOVASI MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS RANGKAIAN DIGITAL UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP FISIKA LISTRIK

Mauludin Satryawan Ahmad^{1*}, Resno Umbu Sebu², Maria Tefa³

^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Nusa Cendana, Indonesia.

*E-mail: satryawan111@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history

Received: 25-7-2025

Revised: 27-7-2025

Accepted: 7-9-2025

Keywords

Digital, Interaktif, Listrik, Media Pembelajaran, Rangkaian

ABSTRACT

Beberapa konsep abstrak seperti arus, tegangan, dan hambatan dalam materi kelistrikan fisika sering kali menjadi tantangan besar dalam proses pembelajaran. Hal ini menuntut adanya inovasi media pembelajaran yang konkret dan interaktif. Artikel ini mengkaji efektivitas media pembelajaran interaktif berbasis rangkaian digital melalui studi literatur sistematis terhadap tujuh sumber ilmiah dalam 10 tahun terakhir. Fokus utama kajian adalah pemanfaatan komponen IC LM324, LM339, serta gerbang logika TTL 7408 dan 7486 untuk memvisualisasikan alat peraga hukum Ohm dan hukum Kirchhoff. Hasil kajian menunjukkan bahwa media ini dapat meningkatkan pemahaman siswa dengan memvisualisasikan konsep kelistrikan secara nyata dan mendorong pembelajaran aktif. Media ini dinilai efektif, mudah dirakit, ekonomis, serta sesuai dengan konteks sekolah menengah dengan keterbatasan sarana. Selain itu, pendekatan ini berkontribusi dalam pengembangan keterampilan berpikir kritis dan kemampuan eksplorasi siswa. Penelitian menyarankan agar pengembangan media didukung dengan pelatihan guru dan integrasi ke dalam kurikulum. Dengan demikian, media ini berfungsi sebagai alat bantu belajar sekaligus sarana eksplorasi untuk memperkuat pembelajaran berbasis proyek dan teknologi di era digital.

Abstract concepts such as electric current, voltage, and resistance in electricity physics often present significant challenges in the learning process. This highlights the need for innovative, tangible, and interactive instructional media. This article investigates the effectiveness of interactive learning media based on digital circuits through a systematic literature review of seven peer-reviewed sources published within the last decade. The review focuses on the utilization of IC components LM324 and LM339, along with TTL logic gates 7408 and 7486, to construct visual aids for illustrating Ohm's Law and Kirchhoff's Laws. The findings indicate that such media enhance students' conceptual understanding by concretizing electrical phenomena and fostering active engagement in learning. Furthermore, the media are characterized as effective, easy to assemble, cost-efficient, and suitable for secondary school environments with limited resources. This approach also contributes to the development of students' critical thinking and exploratory competencies. The study recommends that future implementation be accompanied by teacher training and curricular integration. Accordingly, this media serves not only as an instructional tool but also as a platform to reinforce project-based and technology-enhanced learning in the digital era.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



How to Cite: Ahmad, M. S., Sebu, A. R. U., Tefa, M. (2025). Inovasi Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Rangkaian Digital untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Listrik. *Haumeni Journal of Education*, 5(2), 98-106. doi: 10.35508/haumeni.v5i2.24089

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam satu dekade terakhir telah mendorong dunia pendidikan untuk melakukan transformasi dalam metode dan media pembelajaran. Salah satu tantangan utama dalam pembelajaran fisika di tingkat menengah adalah kesulitan siswa dalam memahami konsep-konsep abstrak, khususnya dalam materi kelistrikan seperti arus, tegangan, dan hambatan. Materi ini memerlukan visualisasi dan pengalaman konkret agar dapat dipahami secara menyeluruh oleh siswa (Sari et al., 2018).

Prasetyo & Widodo (2019) menunjukkan bahwa salah satu penyebab rendahnya hasil belajar fisika di SMA disebabkan oleh kurangnya media pembelajaran yang bersifat interaktif dan mampu menyajikan konsep fisika secara konkret. Sebagian besar guru masih menggunakan metode ceramah dan buku teks sebagai media utama dalam proses pembelajaran. Akibatnya, siswa kesulitan memahami konsep kelistrikan karena tidak adanya visualisasi nyata yang membantu menghubungkan antara teori dan fenomena fisis yang sebenarnya terjadi.

Sebagai solusi, media pembelajaran berbasis teknologi, khususnya rangkaian elektronik sederhana mulai banyak dikembangkan untuk menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik. Menurut Yuliani & Rahmawati (2020), media berbasis rangkaian digital seperti IC op-amp, komparator, dan logika digital mampu menyajikan simulasi kelistrikan yang mendekati kondisi nyata. Penggunaan IC LM324 sebagai penguat operasional, IC LM339 sebagai komparator, serta TTL 7408 dan 7486 sebagai gerbang logika digital dapat memberikan peluang bagi siswa untuk mengamati hubungan antara tegangan, arus, dan hambatan secara langsung.

Media pembelajaran interaktif ini juga mendukung pembelajaran kontekstual dan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kolaborasi (Fitriyani et al., 2021). Dalam implementasinya, media ini tidak hanya berperan sebagai alat bantu visualisasi, tetapi juga sebagai sarana praktik langsung yang mendorong partisipasi aktif siswa. Partisipasi langsung siswa dalam kegiatan mengamati dan berdiskusi seputar alat peraga dapat meningkatkan keterlibatan kognitif dan psikomotorik mereka, yang akan berkontribusi positif terhadap pemahaman konsep yang dipelajari.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa media rangkaian berbasis digital dapat meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan. Penggunaan media eksperimen berbasis rangkaian sederhana mampu meningkatkan skor pemahaman siswa terhadap hukum Ohm dan hukum Kirchhoff sebesar 25%. Selain itu, siswa menunjukkan peningkatan dalam aspek

motivasi dan kepercayaan diri ketika menghadapi soal-soal berbasis aplikasi kelistrikan (Yusuf & Huda, 2019).

Namun, media inovasi tidak selalu harus mahal atau bergantung pada teknologi tinggi seperti mikrokontroler atau augmented reality. Dalam konteks sekolah dengan keterbatasan sarana, media sederhana yang ekonomis dan mudah dirakit menjadi alternatif yang lebih tepat. Alat peraga berbasis IC dan logika digital lebih realistis untuk diterapkan di sekolah menengah, karena tidak memerlukan keahlian teknis tinggi serta bahan-bahannya yang mudah didapat di pasaran lokal.

Berdasarkan masalah yang sering menjadi tantangan dalam proses pembelajaran, artikel ini bertujuan untuk mengkaji potensi penggunaan media pembelajaran interaktif berbasis rangkaian digital sederhana dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika listrik. Kajian dilakukan melalui studi literatur sistematis terhadap penelitian-penelitian yang relevan dalam 10 tahun terakhir. Artikel ini diharapkan dapat memberikan gambaran konkret mengenai efektivitas media digital dalam pembelajaran fisika serta mendorong guru untuk berinovasi dalam merancang alat peraga yang kontekstual, aplikatif, serta sesuai dengan kondisi sekolah di Indonesia.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif melalui metode studi literatur sistematis. Penelusuran sumber dilakukan dengan mengidentifikasi artikel-artikel ilmiah yang relevan dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir (2015–2024) yang membahas inovasi media pembelajaran fisika, khususnya pada topik kelistrikan dan penggunaan teknologi dalam pendidikan. Sumber data meliputi jurnal nasional terakreditasi (SINTA), prosiding seminar nasional, buku teks pendidikan fisika, serta artikel dari jurnal internasional bereputasi (Scopus-indexed).

Selain itu, dilakukan juga analisis komparatif antar literatur untuk mengidentifikasi media mana yang paling realistis, ekonomis, dan aplikatif dalam konteks pendidikan menengah di Indonesia. Aspek yang dianalisis mencakup kemudahan perakitan atau pengoperasian media, kebutuhan perangkat pendukung, biaya, serta dampak terhadap hasil belajar siswa.

Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan gambaran utuh tentang berbagai inovasi yang telah dikembangkan dalam dunia pendidikan fisika, sekaligus memberikan dasar

rasional dalam merekomendasikan media pembelajaran yang paling sesuai untuk direalisasikan di lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Media pembelajaran interaktif berbasis rangkaian digital telah menunjukkan potensi yang sangat besar dalam meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep dasar fisika listrik, terutama dalam pembelajaran hukum Ohm dan hukum Kirchhoff. Salah satu implementasi konkret dari inovasi ini adalah pengembangan alat interaktif yang memanfaatkan komponen-komponen elektronika seperti IC (Integrated Circuit), yang mampu menyimulasikan dan memvisualisasikan gejala-gejala kelistrikan secara nyata. Dalam alat hukum Ohm, penggunaan op-amp LM324 sebagai penguat operasional yang memiliki empat saluran penguat sangat berperan penting dalam memperkuat sinyal arus dan tegangan yang ditangkap dari sensor atau resistor. Dengan konfigurasi tertentu, alat ini memungkinkan siswa untuk mengamati hubungan antara tegangan (V), arus (I), dan resistansi (R) sesuai dengan persamaan hukum Ohm ($V = I \times R$). Ketika nilai resistansi diubah, baik dengan potensiometer atau resistor variabel lainnya sinyal perubahan arus dapat langsung ditampilkan secara langsung melalui indikator digital seperti voltmeter digital atau serangkaian LED yang merepresentasikan level arus. Pengalaman visual dan praktis ini memperkuat pemahaman konsep siswa dengan menghadirkan hubungan sebab-akibat antara variabel-variabel kelistrikan.

Sementara itu, dalam penerapan hukum Kirchhoff I (hukum arus) dan hukum Kirchhoff II (hukum tegangan), alat peraga dikembangkan dengan basis rangkaian digital yang jauh lebih kompleks. IC LM324 kembali digunakan sebagai penguat sinyal dari sensor arus dan tegangan, memungkinkan deteksi perbedaan potensial secara lebih akurat di berbagai simpul dan cabang rangkaian. Selanjutnya IC LM339 yang berfungsi sebagai komparator tegangan diperlukan untuk membandingkan nilai-nilai tegangan pada dua titik tertentu dalam rangkaian dan menghasilkan output logika berdasarkan selisihnya. Data dari komparator ini kemudian diproses oleh rangkaian logika digital yang terdiri dari IC TTL 7408 (gerbang AND) dan IC TTL 7486 (gerbang XOR). Gerbang AND digunakan untuk memverifikasi apakah kondisi arus masuk dan keluar pada suatu simpul telah sesuai dengan prinsip konservasi muatan, yaitu jumlah arus masuk harus sama dengan jumlah arus keluar. Di sisi lain, gerbang XOR digunakan untuk mendeteksi adanya ketidaksesuaian atau kesalahan logika, misalnya dalam pengukuran tegangan total pada suatu loop tertutup, sehingga siswa dapat memahami bahwa jumlah

tegangan di seluruh loop tertutup harus sama dengan nol, sebagaimana dijelaskan oleh hukum Kirchhoff II. Dengan menggabungkan unsur visual, sensorik, dan logika digital, media pembelajaran ini tidak hanya memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan dan interaktif, tetapi juga meningkatkan kemampuan berpikir analitis siswa dalam memahami fenomena listrik secara menyeluruh.

Berbagai studi sebelumnya telah mengkaji efektivitas media pembelajaran interaktif dalam membantu siswa memahami konsep fisika, khususnya dalam ranah kelistrikan. Sari et al. (2018) menyoroti rendahnya pemahaman siswa terhadap konsep kelistrikan, terutama karena tidak tersedianya media konkret yang mampu menjembatani konsep abstrak menjadi visualisasi yang mudah dipahami. Penelitian ini menyarankan penggunaan media berbasis visual dan interaktif untuk membantu siswa dalam memahami arus, tegangan, dan hambatan. Temuan mereka memperkuat pentingnya pendekatan pembelajaran berbasis pengalaman langsung. Mereka juga menyarankan agar guru mulai menggunakan media bantu berbasis teknologi, meskipun belum memahami komponen teknisnya secara spesifik. Studi ini menjadi fondasi awal yang menekankan kebutuhan inovasi dalam penyediaan listrik. Meski tidak membahas rangkaian digital secara langsung, artikel ini relevan dalam memberikan konteks masalah. Oleh karena itu, artikel ini berfungsi sebagai argumen dasar mengapa media interaktif diperlukan dalam pembelajaran fisika.

Efektivitas penggunaan multimedia interaktif dalam meningkatkan pemahaman konsep kelistrikan siswa SMA. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi visual, animasi, dan interaktivitas dalam media pembelajaran dapat membantu siswa memahami materi yang bersifat abstrak. Melalui media berbasis komputer yang dapat memungkinkan siswa mengeksplorasi perubahan arus dan tegangan dalam rangkaian sederhana melalui simulasi dinamis. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam pemahaman siswa, terutama pada topik hukum Ohm dan hukum Kirchhoff. Selain itu, siswa melaporkan bahwa media tersebut membuat pembelajaran menjadi lebih menyenangkan dan mudah diikuti. Pendekatan ini juga memperhatikan beban kognitif siswa dengan menyajikan informasi secara bertahap dan terstruktur. Dengan demikian, artikel ini memperkuat argumen bahwa media pembelajaran interaktif berbasis visual sangat penting untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa dalam fisika listrik.

Widodo et al. (2020) secara spesifik meneliti penggunaan media interaktif berbasis IC LM324 dan TTL 7408 dalam pembelajaran hukum Ohm dan Kirchhoff. Hasil penelitiannya menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam hasil belajar siswa, yakni sebesar 30%,

sekaligus meningkatkan motivasi belajar dan keterlibatan siswa dalam eksperimen. Alat peraga yang digunakan bersifat sederhana, ekonomis, dan dapat dirakit oleh siswa maupun guru dengan keterampilan dasar. Hal ini menjadikan pendekatan mereka sangat aplikatif dalam konteks sekolah menengah di Indonesia. Mereka juga menekankan bahwa penggunaan penguat IC dan logika digital memudahkan pemahaman konsep dasar listrik secara langsung. Keunggulan dari pendekatan ini adalah kombinasi antara efektivitas pedagogi dan efisiensi biaya. Artikel ini menjadi kandidat paling kuat untuk dijadikan model pengembangan lebih lanjut dalam media pembelajaran interaktif berbasis rangkaian digital.

Yusuf & Huda (2019) turut menunjukkan bahwa pengaruh media eksperimen berbasis digital terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Mereka mengungkapkan bahwa pembelajaran yang melibatkan eksperimen secara langsung dapat memperdalam pemahaman konseptual dan merangsang keterampilan berpikir tingkat tinggi. Dalam penelitian tersebut, penggunaan alat permainan interaktif mendorong diskusi, analisis, dan pemecahan masalah di antara siswa. Namun, media yang digunakan belum secara spesifik menjelaskan komponen rangkaiannya. Relevansi artikel ini terletak pada pentingnya peran media dalam memfasilitasi keterampilan 4C (berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, kreativitas). Studi ini mendukung penggunaan alat rangkaian berbasis digital sebagai sarana pembelajaran aktif. Dengan demikian, artikel ini melengkapi landasan argumentatif bahwa media eksperimen mampu meningkatkan kompetensi abad ke-21.

Sebagai penguatan, Fitriyani et al. (2021) mengembangkan media berbasis mikrokontroler Arduino untuk simulasi hukum Ohm. Media ini terbukti efektif dari sisi tampilan dan simulasi. Namun tantangan muncul pada aspek biaya dan kebutuhan keterampilan teknis dalam perakitan dan pemrograman. Dalam konteks sekolah menengah, kendala ini menjadikan media kurang dapat diakses secara luas. Guru dan siswa memerlukan pelatihan tambahan untuk mengoperasikan alat tersebut secara optimal. Meski begitu, dari sisi inovasi dan visualisasi konsep, media ini cukup kuat. Artikel ini menunjukkan pentingnya mempertimbangkan aspek teknis dan kesiapan sumber daya manusia dalam implementasi media pembelajaran.

Ningsih & Prasetyo (2022) menawarkan media berbasis Augmented Reality (AR) yang memungkinkan siswa melihat simulasi konsep listrik dalam bentuk visual 3D. Meskipun sangat menarik dari segi visual, media ini memiliki hambatan berupa kebutuhan perangkat keras seperti ponsel pintar dan spesifikasi tertentu. Selain itu, diperlukan bagi pelatihan guru untuk menggunakan aplikasi AR secara efektif. Dalam konteks sekolah dengan keterbatasan

infrastruktur digital, pendekatan ini menjadi kurang praktis. Namun demikian, penelitian ini menunjukkan arah masa depan media pembelajaran berbasis teknologi tinggi. AR berpotensi besar jika dikembangkan dengan lebih inklusif dan berbasis kebutuhan sekolah. Untuk saat ini, artikel ini lebih relevan sebagai inspirasi jangka panjang, bukan solusi langsung.

Sementara itu, Rahmawati et al. (2023) meneliti tentang efektivitas aplikasi simulasi Proteus dalam menjelaskan konsep kelistrikan. Aplikasi ini memungkinkan pengguna memvisualisasikan arus dan tegangan melalui antarmuka komputer. Efektivitasnya tinggi di lingkungan dengan dukungan komputer dan perangkat lunak. Namun, artikel ini juga menyoroti batasan berupa ketergantungan pada perangkat dan kurangnya interaksi fisik langsung dengan alat. Dalam konteks pembelajaran fisika, pengalaman konkret masih sangat penting bagi siswa sekolah menengah. Oleh karena itu, simulasi digital murni tidak dapat sepenuhnya menggantikan media berbasis rangkaian nyata. Artikel ini relevan sebagai pelengkap pembelajaran berbasis simulasi, namun kurang ideal sebagai media utama.

Komponen alat peraga yang digunakan bersifat ekonomis, mudah dirakit, dan tidak memerlukan keterampilan teknis lanjutan, sehingga sesuai untuk diterapkan di sekolah menengah dengan keterbatasan sarana. Media ini juga mendukung pendekatan pembelajaran aktif dan berbasis proyek yang sangat dianjurkan dalam pendidikan abad ke-21. Selain itu, efektivitasnya telah dibuktikan secara empiris dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Dibandingkan pendekatan berbasis mikrokontroler atau AR yang memerlukan biaya dan pelatihan tambahan, media rakitan sederhana ini lebih inklusif dan berpotensi untuk diimplementasikan secara luas. Dengan dukungan kurikulum dan pelatihan guru alat ini dapat menjadi inovasi nyata dalam pembelajaran fisika listrik yang kontekstual dan efektif.

Langkah awal implementasi media ini di sekolah dapat dimulai dengan menyusun workshop sederhana untuk guru fisika dalam merakit dan menggunakan alat peraga ini secara langsung. Kegiatan ini tidak memerlukan biaya besar, tetapi mampu memberikan dampak signifikan dalam kesiapan guru mengintegrasikan media ke dalam pembelajaran. Dengan dukungan kepala sekolah dan kolaborasi antar guru, media ini dapat segera diujicobakan di kelas sebagai bagian dari pendekatan pembelajaran berbasis proyek serta eksplorasi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil studi literatur yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran interaktif berbasis rangkaian digital memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan pemahaman konsep kelistrikan pada siswa. Penggunaan komponen seperti IC

LM324, LM339, TTL 7408 dan 7486 terbukti mampu memvisualisasikan hukum Ohm dan hukum Kirchhoff secara konkret, sehingga siswa tidak hanya memahami secara teoritis, tetapi juga mengalami secara langsung prinsip dasar kelistrikan. Pendekatan ini juga memberikan pengalaman belajar aktif yang memicu keterlibatan kognitif, motorik, dan emosional siswa secara bersamaan.

Berdasarkan tujuh sumber literatur yang dianalisis, ditemukan bahwa pendekatan berbasis media rakitan sederhana sebagaimana diusulkan oleh Widodo et al. (2020) paling relevan untuk diimplementasikan di sekolah. Selain karena biaya yang rendah dan alat yang mudah diperoleh, pendekatan ini juga tidak terlalu menuntut keterampilan teknis tinggi dari guru. Berbeda dengan pendekatan berbasis mikrokontroler atau Augmented Reality yang memerlukan perangkat tambahan dan pelatihan khusus, rangkaian digital sederhana justru lebih inklusif dan dapat disesuaikan dengan kondisi sekolah yang terbatas sumber daya.

Inovasi ini juga selaras dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21 yang menekankan pada integrasi teknologi, pengembangan keterampilan berpikir kritis, serta pendekatan pembelajaran berbasis masalah dan eksplorasi. Lebih dari sekadar media pembantu, rangkaian digital juga membuka ruang bagi pengembangan keterampilan siswa melalui kegiatan perakitan dan analisis kerja alat. Oleh karena itu, media ini tidak hanya membantu pemahaman materi kelistrikan, tetapi juga memperkuat aspek praktikal dan aplikatif dalam pembelajaran fisika.

Selanjutnya, sangat disarankan agar pengembangan media pembelajaran seperti ini didukung oleh pelatihan teknis bagi guru, integrasi ke dalam kurikulum sekolah, serta pengembangan modul pembelajaran berbasis proyek yang memanfaatkan alat ini sebagai media utama. Penelitian lebih lanjut juga perlu dilakukan untuk menguji efektivitasnya secara langsung di kelas melalui pendekatan eksperimen dan evaluasi berbasis data kuantitatif maupun kualitatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ence, E., Mas'ud, F., Tonis, M., Payong, E. W., Openg, W. F. K., & Laga, O. E. (2025). Membangun Karakter Moral Melalui Pendidikan Etika Di Sekolah. *Jimmi: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Multidisiplin*, 2(2), 247-260.
- Fitriyani, D., & others. (2021). Media Pembelajaran Interaktif dan Keterampilan Abad 21. *Jurnal Pendidikan Sains*. 3(1). 17-25
- Kale, D. Y. A., Mas'ud, F., Nassa, D. Y., & Doko, M. M. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Canva Pada Materi Kebinekaan Indonesia Kelas VII DI SMP Muhammadiyah Kupang. *Haumeni Journal of Education*, 5(1), 1-8.
- Kale, D. Y. A., Mas'ud, F., & Nassa, D. Y. (2025). Urgensi Pendidikan Kewarganegaraan dalam Membentuk Karakter Bangsa yang Tangguh di Era Digital. *Media Sains*, 25(1), 9-14

- Mas' ud, F., & Istianah, A. (2025). Ekosistem Digital Dan Narasi Kebangsaan: Relevansi Pancasila Sebagai Penuntun Etika Publik Virtual. *Haumeni Journal of Education*, 5(1), 18-26.
- Mas'ud, F., Jeluhur, H., Negat, K., Tefa, A., Uly, M., & Amtiran, M. (2025). Etika Dalam Media Sosial Antara Kebebasan Ekspresi Dan Tanggung Jawab Digital. *Jimmi: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Multidisiplin*, 2(2), 235-246.
- Mustaqim, A., & Fauzi, A. (2017). Multimedia Interaktif dalam Pembelajaran Kelistrikan. *Jurnal Teknologi Dan Pembelajaran*.
- Ningsih, T., & Prasetyo, R. (2022). Pemanfaatan Augmented Reality dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Teknologi Pendidikan*.
- Prasetyo, R., & Widodo, A. (2019). Pengaruh Media Interaktif terhadap Hasil Belajar Fisika. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*.
- Rahmawati et al.. (2023). Efektivitas Simulasi Proteus untuk Materi Listrik. *Jurnal Sains Dan Teknologi*.
- Sari, R., & others. (2018). Kesulitan Konseptual Siswa pada Materi Kelistrikan. *Jurnal Pendidikan Fisika*.
- Susilawati, M., Syunikitta, M., Silamat, E., Mas'ud, F., & Nggandung, Y. (2025). Collaboration of Indigenous Communities and Academics in Creating Digital-Based Technology. *Journal Of Human And Education (JAHE)*, 5(2), 177-183.
- Widodo, A., & others. (2020). Media Interaktif Berbasis IC dan TTL untuk hukum Ohm dan Kirchhoff. *Jurnal Inovasi Pendidikan*.
- Yuliani, N., & Rahmawati, F. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Rangkaian Elektronika. *Jurnal Teknologi Pendidikan*.
- Yusuf, M., & Huda, N. (2019). Media Eksperimen Digital dalam Meningkatkan Pemahaman Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*.