

PENINGKATAN KOMPETENSI GURU SMP DI INDRALAYA MELALUI PELATIHAN MEDIA SIMULASI ELEKTRONIKA BERBASIS *TINKERCAD*

Rini Khoirunnisa*, Murniati, Kistiono, Iful Amri

Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya
*rinikhoirunnisa@fkip.unsri.ac.id

Naskah diterima: 02-12-2025, disetujui: 07-02-2026, diterbitkan: 11-02-2026

DOI: <http://dx.doi.org/10.29303/jppm.v9i1.10926>

Abstrak - Tujuan dari kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah untuk meningkatkan kemampuan guru dalam pemahaman konsep elektronika dasar serta penggunaan media simulasi *TinkerCad* dalam pembelajaran IPA SMP di Indralaya. Metode pelaksanaan termasuk sosialisasi, pelatihan teori, kelas praktik simulasi rangkaian, pendampingan proyek sederhana, dan evaluasi melalui *pretest* dan *posttest* menggunakan instrumen pilihan ganda dengan 20 soal. Hasil menunjukkan peningkatan dari rata-rata *pretest* sebesar 37,5 menjadi 83,6 pada *posttest*. Pelatihan ini terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman guru karena nilai *N-Gain* rata-rata sebesar 0,71 termasuk kategori tinggi menurut Hake. Pelatihan ini disarankan untuk diterapkan secara berkelanjutan sebagai alternatif praktikum di sekolah karena peningkatan ini menunjukkan bahwa penggunaan *TinkerCad* dapat membantu guru mempelajari rangkaian listrik secara visual dan interaktif dan meningkatkan literasi teknologi dalam pembelajaran IPA.

Kata kunci: *TinkerCad*, Simulasi Elektronika, Pelatihan Guru, Pembelajaran IPA

LATAR BELAKANG

Di era transformasi pendidikan saat ini, kemampuan guru dalam menggunakan alat pembelajaran digital telah menjadi semakin penting. Negara belajar yang dulunya melibatkan satu arah, guru-centris belajar paradigma sekarang terdiri dari teknologi-sentris, berpusat pada peserta didik pembelajaran yang interaktif. Karena tidak hanya guru mesti memahami materi pelajaran, tetapi juga mesti dapat memilih dan menggunakan media digital yang tepat untuk membantu pembelajar, kemudian penguasaan teknologi menjadi sangat penting dalam pendidikan (Koehler & Mishra, 2009). Pembelajaran sains atau IPA yang menekankan proses, eksperimen, dan pemahaman konseptual yang mendalam adalah bagian yang paling salah satu bidang dari kurikulum yang paling membutuhkan teknologi.

Pembelajaran IPA, khususnya pada materi rangkaian listrik dan elektronika dasar di tingkat SMP, sering kali menghadapi berbagai kendala di lapangan. Berdasarkan wawancara bersama guru SMP di Indralaya, salah satu

permasalahan utama adalah keterbatasan fasilitas laboratorium dan kurangnya ketersediaan alat praktik yang memadai di sekolah-sekolah. Tidak semua sekolah memiliki laboratorium IPA yang lengkap, dan apabila tersedia, jumlah alat praktik sering kali tidak sebanding dengan jumlah peserta didik. Kondisi ini menyebabkan kegiatan praktikum sulit dilaksanakan secara optimal dan berkelanjutan (Sakdiah et al., 2024). Akibatnya, guru cenderung menyampaikan materi secara teoretis melalui ceramah atau diskusi berbasis buku teks, sehingga pengalaman belajar siswa menjadi terbatas.

Pembelajaran rangkaian listrik yang bersifat dominan teoretis dapat menghambat pemahaman konsep siswa. Konsep abstrak seperti arus listrik, beda potensial, dan hubungan antar komponen dalam rangkaian seri maupun paralel sulit dipahami tanpa pengalaman visual dan eksperimental. Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa rendahnya pemahaman konsep kelistrikan sering disebabkan oleh kurangnya aktivitas praktikum dan representasi visual yang

memadai (Nabila et al., 2024) . Selain itu, guru juga sering menghadapi kendala dari sisi keamanan dan risiko penggunaan alat listrik, sehingga praktikum cenderung dihindari atau dibatasi.

Sebagai alternatif atas permasalahan tersebut, pemanfaatan media simulasi digital menjadi solusi yang relevan dan efektif. *TinkerCad Circuits* merupakan salah satu media simulasi berbasis web yang memungkinkan pengguna untuk merancang, menyusun, dan menguji rangkaian listrik dan elektronika secara virtual. *TinkerCad* menyediakan berbagai komponen elektronik yang umum digunakan dalam pembelajaran IPA, seperti baterai, resistor, lampu, sakelar, dan breadboard, yang dapat dirangkai dengan mudah melalui antarmuka visual yang intuitif. Dengan *TinkerCad*, guru dan siswa dapat mengamati alur arus listrik dan respons rangkaian secara langsung tanpa memerlukan peralatan fisik.

Penggunaan simulasi digital seperti *TinkerCad* memberikan banyak keuntungan dalam pembelajaran IPA. Simulasi memungkinkan visualisasi konsep yang bersifat abstrak sehingga membantu peserta didik memahami hubungan sebab-akibat dalam rangkaian listrik secara lebih jelas dan konkret. Selain itu, simulasi digital dapat meminimalkan risiko keselamatan, mengurangi biaya pengadaan alat, serta memberikan fleksibilitas waktu dan tempat dalam pelaksanaan praktikum (Baptista & Martins, 2023; Nooritasari et al., 2019). Simulasi juga memungkinkan guru untuk mengulang eksperimen sebanyak yang diperlukan dan memodifikasi rangkaian dengan cepat sesuai dengan tujuan pembelajaran.

Efektivitas pembelajaran berbasis simulasi telah banyak dibuktikan dalam berbagai penelitian pendidikan sains. Baptista & Martins (2023) melaporkan bahwa penggunaan simulasi digital dalam pembelajaran fisika dan IPA mampu meningkatkan pemahaman konsep,

motivasi belajar, serta keterlibatan aktif peserta didik. Pembelajaran berbasis simulasi memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk bereksperimen secara mandiri, memprediksi, dan mengamati hasilnya secara langsung, yang merupakan karakteristik penting dalam pembelajaran sains berbasis inkuiri.

Berdasarkan latar belakang tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan untuk menjawab kebutuhan guru dalam menguasai media pembelajaran digital berbasis *TinkerCad*. Pengabdian ini tidak hanya bertujuan untuk memperkenalkan teknologi, tetapi juga untuk meningkatkan kompetensi profesional guru dalam memahami konsep elektronika dasar secara aplikatif. Selain itu, kegiatan ini dirancang untuk mengukur efektivitas pelatihan melalui evaluasi terstandar, sehingga hasilnya dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dan menjadi dasar pengembangan pelatihan selanjutnya.

Melalui kegiatan pengabdian ini, guru diharapkan mampu meningkatkan pemahaman konsep kelistrikan sekaligus mengembangkan literasi teknologi yang dibutuhkan dalam pembelajaran IPA abad ke-21. Penguasaan *TinkerCad* diharapkan dapat memperkaya strategi pembelajaran, memberikan alternatif praktikum digital yang inovatif, serta mendorong terciptanya pembelajaran yang lebih interaktif, aman, dan bermakna bagi peserta didik. Dengan demikian, integrasi media simulasi digital dalam pembelajaran IPA tidak hanya menjadi solusi dari masalah keterbatasan fasilitas, tetapi juga bisa menjadi langkah strategis dalam meningkatkan mutu pembelajaran sains di sekolah.

METODE PELAKSANAAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan melalui beberapa tahap yang dirancang untuk memastikan

ketercapaian tujuan kegiatan. Model pelaksanaan menggunakan pendekatan pelatihan dan workshop dengan menerapkan metode *learning by doing*, di mana peserta secara aktif terlibat dalam praktik langsung penggunaan media simulasi *TinkerCad*. Pada tahap ini, guru tidak hanya memperoleh penjelasan teoretis, tetapi juga melakukan simulasi rangkaian elektronika secara mandiri maupun terbimbing, sehingga prosesnya menjadi lebih interaktif dan aplikatif.

Peserta kegiatan terdiri atas 18 guru SMP di Indralaya. Keterlibatan guru-guru yang secara langsung diharapkan dapat memberikan dampak langsung terhadap peningkatan kualitas pembelajaran di kelas. Selain itu, partisipasi dalam kegiatan ini juga menjadi bagian dari penguatan kompetensi guru dalam memanfaatkan media pembelajaran digital berbasis teknologi.

Instrumen pengabdian yang digunakan untuk mengevaluasi efektivitas kegiatan berupa tes pilihan ganda sebanyak 20 soal, dengan skor 5 untuk setiap jawaban benar sehingga skor maksimum yang dapat dicapai adalah 100. Kisi-kisi instrumen disusun untuk mengukur pemahaman guru terhadap lima aspek utama, yaitu komponen elektronika dasar, rangkaian listrik, penggunaan *breadboard*, dasar pemrograman Arduino, dan simulasi digital. Selanjutnya, evaluasi dilakukan melalui *pretest* sebelum pelatihan dan *posttest* setelah pelaksanaan kegiatan untuk mengetahui peningkatan pemahaman peserta.

Efektivitas pelatihan ditentukan melalui perhitungan nilai *N-Gain* seperti dalam persamaan (1). Nilai *N-Gain* yang diperoleh kemudian diklasifikasikan ke dalam kategori tertentu untuk menafsirkan tingkat efektivitas pelatihan dalam meningkatkan kompetensi guru (Christman et al., 2024; Hake, 1999).

$$N_Gain = \frac{Skor\ Posttest - Skor\ Pretest}{100 - Skor\ Pretest} \quad (1)$$

Kategori interpretasi:

- Tinggi : ≥ 0.70
- Sedang : $0.30 - 0.69$
- Rendah : < 0.30

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan pelatihan pemanfaatan *TinkerCad* untuk pembelajaran IPA SMP menunjukkan hasil yang positif terhadap peningkatan kompetensi guru, baik dari aspek pemahaman konsep maupun keterampilan penggunaan media pembelajaran digital. Pelatihan ini diharapkan dapat menjawab kebutuhan guru dalam mengimplementasikan pembelajaran IPA yang lebih kontekstual, interaktif, dan selaras dengan perkembangan teknologi pendidikan abad ke-21. Sejalan dengan tuntutan kompetensi guru saat ini, penguasaan teknologi pembelajaran menjadi bagian penting dari kompetensi profesional guru (Koehler & Mishra, 2009). Pelatihan difokuskan pada materi elektronika dasar, rangkaian listrik, simulasi digital, serta pengenalan pemrograman Arduino yang memberikan ruang bagi guru untuk mengembangkan pemahaman konseptual yang selama ini dianggap cukup sulit untuk diajarkan secara aplikatif di tingkat SMP. Salah satu kegiatan pelatihan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peserta Mengikuti Kegiatan Workshop *TinkerCad*

Efektivitas pelatihan dievaluasi dengan menggunakan instrumen tes pilihan ganda berjumlah 20 butir yang disusun berdasarkan indikator kompetensi elektronika dasar dan

penggunaan media simulasi. Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan antara skor *pretest* dan *posttest* peserta. Nilai rata-rata *pretest* sebesar 37,5 mengindikasikan bahwa sebelum pelatihan dilaksanakan, pemahaman guru terhadap konsep elektronika dasar dan pemanfaatan *TinkerCad* masih berada pada kategori rendah. Kondisi ini sejalan dengan temuan (Dexkanalievich et al., 2025) yang melaporkan bahwa keterbatasan fasilitas laboratorium IPA berdampak pada rendahnya kualitas pembelajaran praktikum, khususnya pada materi kelistrikan dan elektronika di tingkat SMP.

Setelah mengikuti rangkaian kegiatan pelatihan yang meliputi pengenalan konsep elektronika seperti: demonstrasi langsung penggunaan *TinkerCad*; praktik simulasi secara mandiri; diskusi terbimbing; serta penyelesaian proyek sederhana, didapatkan bahwa terjadi peningkatan nilai *posttest* yang sangat signifikan. Nilai rata-rata *posttest* mencapai 83,6 sebagai mana bisa dilihat pada Tabel 1. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar peserta telah mencapai penguasaan konsep yang baik. Peningkatan ini mencerminkan efektivitas desain pelatihan berbasis *learning by doing*, yang memungkinkan peserta membangun pemahaman melalui pengalaman langsung (Prince, 2004).

Tabel 1. Rata-rata *Pretest*, *Post-test*, dan *N-Gain*

Komponen	Rata-rata	Keterangan
<i>Pretest</i>	37.5	Pemahaman awal masih terbatas
<i>Posttest</i>	83.6	Terjadi peningkatan setelah pelatihan
<i>N-Gain</i>	0.712	Kategori tinggi

Peningkatan rata-rata antara *pretest* dan *post-test* adalah sebesar 46,1 poin yang menunjukkan bahwa pelatihan memberikan dampak kognitif yang kuat bagi peserta. Hasil

perhitungan menunjukkan nilai *N-Gain* rata-rata sebesar 0,712 atau setara dengan 71,2%. Mengacu pada klasifikasi Hake (1999), nilai tersebut termasuk dalam kategori tinggi karena berada di atas 0,70. Hal ini menandakan bahwa pelatihan ini mampu memaksimalkan potensi peningkatan kompetensi peserta secara signifikan.



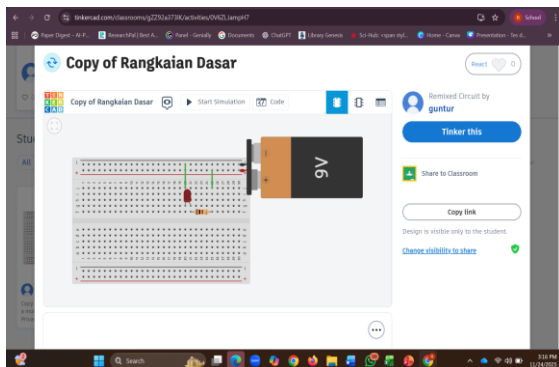
Gambar 2. Sebaran nilai *N-Gain* Peserta Workshop

Konsistensi peningkatan juga terlihat dari sebaran nilai *N-Gain* individu peserta yang berada pada rentang 0,643 hingga 0,800 seperti terlihat pada Gambar 2. Data ini menunjukkan peningkatan tidak hanya dialami oleh sebagian kecil peserta, tetapi terjadi secara merata pada hampir seluruh guru yang mengikuti pelatihan. Temuan ini mengindikasikan bahwa pelatihan efektif bagi peserta dengan latar belakang kemampuan awal yang berbeda-beda. Hal ini penting dalam konteks pengembangan profesional guru, di mana variasi kemampuan awal sering menjadi tantangan utama (Said & Herman, 2022).

Hasil ini menegaskan bahwa pendekatan pelatihan berbasis praktik langsung (*hands-on simulation*) sangat efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep elektronika dan keterampilan penggunaan media digital. Pemaparan konsep dasar dan kegiatan simulasi di *TinkerCad* memungkinkan guru mengamati fenomena kelistrikan secara visual dan dinamis. Guru dapat melihat secara langsung hubungan antar komponen, alur arus, dan respons

rangkaian terhadap perubahan konfigurasi. Pendekatan ini sejalan dengan teori *Multimedia Learning* yang dikemukakan oleh Mayer (dalam Faisal et al., 2024), yang menyatakan bahwa kombinasi representasi verbal dan visual memungkinkan integrasi informasi yang lebih efektif dalam memori kerja.

Selain peningkatan pengetahuan konseptual, dampak pelatihan juga terlihat pada peningkatan keterampilan praktis guru. Peserta menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam membaca diagram rangkaian, menempatkan komponen secara tepat pada *breadboard virtual*, serta mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan rangkaian secara mandiri. Fitur simulasi *TinkerCad* sendiri menyediakan indikator kesalahan, polaritas, serta pembacaan tegangan dan arus membantu peserta dalam melakukan analisis rangkaian secara sistematis. Pengalaman ini memberikan kesempatan belajar yang sulit diperoleh dalam praktikum fisik dengan keterbatasan alat dan waktu (de Jong et al., 2013; Nabila et al., 2024). Salah satu hasil karya peserta dapat dilihat pada Gambar 3.

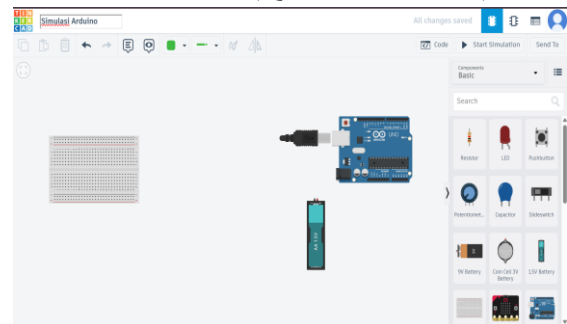


Gambar 3. Hasil Karya Peserta Workshop

Dari sisi kemampuan pemecahan masalah, kemampuan guru dalam melakukan debugging rangkaian mengalami peningkatan yang signifikan. Guru dapat dengan cepat mengidentifikasi kesalahan instalasi dan memahami penyebab rangkaian tidak berfungsi. Said & Herman (2022) menyatakan bahwa simulasi virtual dapat mengurangi beban

kognitif peserta dalam memahami sistem yang kompleks, sehingga perhatian dapat difokuskan pada konsep inti pembelajaran. Temuan ini memperkuat hasil pelatihan bahwa simulasi digital tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu visual, tetapi juga sebagai sarana pengembangan keterampilan berpikir analitis.

Pelatihan ini juga memberikan dampak positif terhadap pengenalan dasar pemrograman Arduino. Meskipun sebagian besar peserta belum memiliki pengalaman sebelumnya dalam pemrograman, mereka mampu memahami konsep dasar seperti penggunaan perintah *pinMode*, *digitalWrite*, dan *delay* setelah mengikuti latihan berbasis simulasi seperti terlihat pada Gambar 4. Pendekatan *learning by doing* terbukti efektif dalam membantu peserta memahami logika pemrograman secara bertahap. Temuan ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menekankan bahwa pembelajaran pemrograman untuk pemula akan lebih efektif jika dilakukan melalui lingkungan visual dan interaktif (Qurin et al., 2024).



Gambar 4. Simulasi Program Arduino

Dari perspektif literasi teknologi, peningkatan kompetensi guru setelah mengikuti pelatihan menunjukkan bahwa *TinkerCad* dapat dijadikan solusi alternatif bagi sekolah dengan keterbatasan fasilitas laboratorium IPA. Simulasi digital memungkinkan pembelajaran praktikum dilakukan secara aman, fleksibel, dan hemat biaya. Beberapa penelitian sebelumnya juga melaporkan bahwa penggunaan simulasi digital meningkatkan motivasi belajar dan kreativitas siswa, serta membantu guru

merancang pembelajaran berbasis proyek yang lebih terstruktur (Nurhidayah et al., 2025; Qurin et al., 2024).

Secara keseluruhan, hasil pelatihan menunjukkan bahwa penggunaan media simulasi *TinkerCad* memiliki potensi yang sangat besar dalam meningkatkan kualitas pembelajaran IPA di SMP. Peningkatan nilai tes yang signifikan, perolehan *N-Gain* kategori tinggi, serta peningkatan keterampilan teknis dan pedagogis peserta menunjukkan bahwa pelatihan ini berhasil mencapai tujuan dari pelatihan ini. Selain itu, pelatihan ini juga bisa memperkuat kesiapan guru dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam pembelajaran, sejalan dengan tuntutan kurikulum yang menekankan pembelajaran interaktif, berbasis proyek, dan penguatan literasi teknologi. Oleh karena itu, pelatihan pemanfaatan *TinkerCad* diharapkan dapat diterapkan secara berkelanjutan dan dikembangkan lebih lanjut pada topik-topik STEM lainnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil kegiatan menunjukkan bahwa pelatihan *TinkerCad* efektif meningkatkan kompetensi guru dalam memahami konsep elektronika dasar dan simulasi rangkaian. Rata-rata nilai *posttest* jauh lebih tinggi dibandingkan *pretest*, dan nilai *N-Gain* sebesar 0,71 menunjukkan efektivitas tinggi. Kegiatan ini disarankan untuk dilaksanakan secara rutin dan diperluas ke mata pelajaran lain yang relevan. Sekolah juga diharapkan menyediakan dukungan perangkat dan internet yang memadai. Selain itu, perlu dikembangkan komunitas belajar guru untuk mempertahankan keberlanjutan program.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada SMP Negeri 1 Indralaya sebagai mitra

kegiatan, serta Universitas Sriwijaya yang telah mendukung pendanaan dan fasilitas pelaksanaan pengabdian.

DAFTAR PUSTAKA

- Baptista, M., & Martins, I. (2023). Effect of a STEM approach on students' cognitive structures about electrical circuits. *International Journal of STEM Education*, 10(1).
- Christman, E., Miller, P., & Stewart, J. (2024). Beyond normalized gain: Improved comparison of physics educational outcomes. *Physical Review Physics Education Research*, 20(1).
- de Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and Virtual Laboratories in Science and Engineering Education. *Science*, 340(6130), 305–308.
- Dexkanalievich, I. E., Abdulaevna, I. G., & Muxtorjonovna, Z. O. (2025). The Advantages Of Using Digital Technology Tools In Teaching Digital Circuitry . *Journal of Applied Science and Soial Science*, 15.
- Faisal, M., Ramdhani, L., Hardyanti, dan, & Harapan Bima, S. (2024). Pengaruh Penggunaan Media Animasi Terhadap Hasil Belajar dan Motivasi Belajar Siswa. *JPK: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 01(04).
- Hake, R. (1999). R.(1999). Analyzing Change/Gain Scores. AREA-D American Education Research Association's Devision. D. *Measurement and Reasearch Methodology*, 1(4), 48–56.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). *What is technological pedagogical content knowledge? Contemporary Issues in Technology and Teacher Education* (Vol. 9, Issue 1).
- Nabila, S., Sulastri, S., Winarni, S., Zulfadli, Z., Khaldun, I., & Mohtar, L. E. (2024).

Challenges and Alternative Solutions for Implementing Chemistry Practicums in Public High Schools. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 9(2), 136–148.

in Learning. *Journal of Educational Analytics*, 3(4), 571–580.

Nooritasari, D. D., Rahmadiyah, M., & Kusairi, S. (2019). The Comparison of Conceptual Understanding Between Secondary School Students and Pre-Service Physics Teacher in Direct Current Electric Circuit. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 15(2), 80–86.

Nurhidayah, A., Quratul Ain, S., Studi Pendidikan Guru Sekolah Dasar, P., Keguruan dan Ilmu Pendidikan, F., Islam Riau, U., Pekanbaru, K., Riau, P., Kunci, K., Berbasis Proyek, P., & Belajar, M. (2025). HEMAT: Journal of Humanities Education Management Accounting and Transportation Penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Kelas IV SDN 146 Pekanbaru. *Aprila Nurhidayah & Siti Quratul Ain-Universitas Islam Riau*, 2(1).

Prince, M. (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231.

Qurin, M. T., Diah Wijayanti, K., Fathori, A. R., Sukma, H. F., Setiawan, H., Haris Pratama, K., Putri, K. R., Puspita, L., Yolandia, M., Hikmah, N., & Khoiriyah, M. (2024). Pelatihan Coding Berbasis Project Based Learning (PjBL) Menggunakan Platform Scratch untuk Sekolah Dasar. In *Society: Jurnal Pengabdian Masyarakat* (Vol. 3, Issue 5).

Said, S., & Herman, N. M. (2022). Efektivitas Simulasi Pola LED Menggunakan Tinkercad: Media Pembelajaran Inovatif pada Elektronika Dasar. *Jurnal Pendidikan Fisika UNDIKSHA*, 12(1).

Sakdiah, H., Unaida, R., & Akbar, A. (2024). Analysis of Teacher Pedagogical Competencies Using Digital Technology