

Penerapan Model *Project Based Learning* Berbantuan Laboratorium Virtual Untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPAS Pada Peserta Didik Sekolah Dasar

Putri Iman Sari¹, Nurhasanah², Nurhasanah³

1,2PPG PGSD, Universitas Mataram, Indonesia

3SDN 16 Ampenan, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.29303/geoscienceed.v6i3.892>

Article Info

Received: 16 February 2025

Revised: 22 August 2025

Accepted: 28 August 2025

Correspondence:

Phone:

Abstract: Pembelajaran IPAS seharusnya dapat memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk berkreasi dalam memahami materi yang dipelajari. Salah satu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran IPAS adalah menerapkan model pembelajaran berbasis proyek dengan bantuan media virtual. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik melalui penerapan *Project Based Learning* berbantuan laboratorium virtual pada mata pelajaran IPAS kelas V SDN 16 Ampenan. Penelitian ini menggunakan metode Penelitian Tindakan Kelas (PTK) dengan mengadopsi model Kemmis & McTaggart yang dilaksanakan selama dua siklus. Setiap siklus melalui empat tahapan yakni perencanaan, pelaksanaan, observasi, dan refleksi. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui tes, observasi, wawancara, dan dokumentasi. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa hasil belajar peserta didik mengalami peningkatan yang cukup signifikan dimana pada siklus I rata-rata hasil belajar peserta didik mencapai 60% sedangkan pada siklus II mengalami peningkatan yang lebih tinggi menjadi 86%. Hal ini menunjukkan bahwa *Project Based Learning* berbantuan laboratorium virtual yang diterapkan dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik dalam pembelajaran IPAS.

Keywords: *Project Based Learning*, Laboratorium Virtual, Hasil Belajar, IPAS

Citation: Sari, P. I., Nurhasanah, N., & Nurhasanah, N. (2025). Penerapan Model *Project Based Learning* Berbantuan Laboratorium Virtual Untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPAS Pada Peserta Didik Sekolah Dasar. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi dan Geofisika (GeoScienceEd)*, 6(3), 1516-1521. doi: <https://doi.org/10.29303/geoscienceed.v6i3.892>

Pendahuluan

Pendidikan adalah proses pembelajaran yang bertujuan untuk mengembangkan potensi individu, baik dari segi pengetahuan, keterampilan, maupun sikap, agar dapat berperan aktif dalam kehidupan bermasyarakat. Pendidikan merupakan proses interaksi antara pendidik dan peserta didik yang berlangsung baik secara formal maupun informal. Dalam pendidikan formal, pembelajaran memiliki peran penting dalam membentuk peserta didik menjadi individu yang berbakat dengan mengembangkan keterampilan berpikir yang dapat

diterapkan dalam kehidupan sehari-hari (Bernard et al., 2018). Proses pembelajaran yang berkualitas akan menghasilkan hasil belajar yang optimal. Keberhasilan proses belajar mengajar sangat bergantung pada kemampuan guru dalam mengatur dan mengelola pembelajaran dengan baik.

Pembelajaran yang ideal adalah pembelajaran yang dapat mendorong dan menumbuhkan kreativitas siswa. Secara keseluruhan, pembelajaran yang ideal dapat membuat siswa lebih aktif sehingga tujuan pembelajaran lebih mudah tercapai.

Email: putriimans07@gmail.com

Hasil belajar adalah proses penilaian yang dilakukan oleh pendidik untuk mengukur dan memahami tingkat pemahaman peserta didik terhadap materi yang telah diajarkan selama proses pembelajaran berlangsung. (Arikunto, 2009) menyatakan bahwa hasil belajar merupakan pencapaian akhir yang diperoleh siswa setelah menyelesaikan proses pembelajaran. Ia menekankan bahwa perubahan yang terjadi dapat diamati dalam bentuk perilaku atau tindakan yang dapat diukur secara objektif. (Sudjana, 2017) juga mengungkapkan bahwa hasil belajar mencakup berbagai kompetensi yang diperoleh peserta didik setelah menjalani proses pembelajaran dan mendapatkan pengalaman belajar. Kompetensi ini meliputi aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik yang berkembang sebagai akibat dari interaksi siswa dengan materi pelajaran, guru, dan lingkungan belajar. Dengan demikian, hasil belajar tidak hanya terbatas pada pencapaian akademik, tetapi juga mencerminkan perubahan menyeluruh dalam berbagai aspek keterampilan dan kemampuan siswa yang diperoleh melalui pengalaman belajar.

Hasil observasi di SDN 16 Ampenan menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik pada mata pelajaran IPAS mengalami kesulitan dalam memahami konsep. Hal ini terlihat dari hasil ujian peserta didik yang memiliki rata-rata nilai 53,8 yang belum mampu mencapai Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP). Sejalan dengan ini, peserta didik cenderung pasif dan sering kali hanya mendengarkan ceramah dari guru tanpa berpartisipasi aktif. Kondisi ini menegaskan kurangnya respons peserta didik terhadap proses pembelajaran sehingga berdampak pada hasil belajar yang rendah.

Berdasarkan permasalahan di atas, diperlukan pendekatan pembelajaran yang inovatif untuk meningkatkan kualitas hasil belajar peserta didik. Guru harus mampu merancang model dan media pembelajaran yang tepat agar dapat menciptakan suasana belajar yang mendukung serta mendorong siswa untuk berpartisipasi secara aktif. Berbagai kendala yang dihadapi peserta didik dalam pembelajaran sebenarnya dapat diatasi dengan pemilihan model pembelajaran yang sesuai. Tanpa penggunaan model dan media yang jelas, proses pembelajaran menjadi tidak terarah dan tidak menghasilkan hasil yang optimal. Model dan media pembelajaran yang digunakan guru diharapkan mampu mempermudah guru dalam menyampaikan materi sehingga peserta didik dapat menguasai konsep dengan baik.

Berdasarkan analisis kebutuhan belajar peserta didik, maka salah satu model yang berpotensi untuk diterapkan dalam meningkatkan hasil belajar pada

mata Pelajaran IPAS adalah pembelajaran berbasis proyek (*Project-Based Learning*).

Project based learning adalah pembelajaran inovatif yang mendorong peserta didik untuk melakukan penyelidikan bekerja secara kolaboratif dalam meneliti dan membuat proyek yang menerapkan pengetahuan mereka dari menemukan hal-hal baru, mahir dalam penggunaan teknologi dan mampu menyelesaikan permasalahan (Bell, 2010). Keunggulan PjBL meliputi pemunculan pertanyaan yang diawali dengan suatu permasalahan, berfokus pada tujuan pembelajaran, partisipasi aktif siswa dalam kegiatan belajar, kerja sama antar siswa, pemanfaatan teknologi, serta pengembangan produk autentik (Krajcik & Shin, 2014). Keunggulan lain dari PjBL adalah potensinya yang tinggi dalam membuat pengalaman belajar lebih menarik dan bermakna bagi siswa, sehingga mereka dapat memahami topik dengan lebih baik (Shpeizer, 2019).

Penerapan *Project Based Learning* di kelas didasarkan pada langkah-langkah yang dikembangkan oleh *The George Lucas Educational Foundation* (George Lucas, 2007), yaitu: 1) Memulai dengan pertanyaan esensial, melakukan investigasi mendalam terhadap topik yang akan dipelajari. Pertanyaan diajukan untuk mendorong siswa memberikan tanggapan berdasarkan pengetahuan awal mereka. 2) Merancang rencana proyek, Merencanakan aktivitas proyek untuk menjawab pertanyaan yang telah diajukan. 3) Membuat jadwal, guru membimbing siswa dalam menyusun jadwal untuk menyelesaikan proyek. 4) Memantau siswa dan perkembangan proyek, guru mengawasi kinerja siswa dalam menyelesaikan tugas proyek serta membimbing mereka dalam mengembangkan proyek tersebut. 5) Menilai hasil proyek, guru melakukan asesmen selama pengerjaan proyek, mengevaluasi kemajuan, serta memberikan umpan balik yang diperlukan. 6) Mengevaluasi pengalaman, siswa diminta untuk mengungkapkan pengalaman belajar mereka selama proyek berlangsung serta pemahaman mereka tentang topik yang dipelajari melalui presentasi di depan kelas. Guru kemudian melakukan refleksi terhadap pengalaman belajar siswa dan proyek yang telah diselesaikan, baik secara individu maupun kelompok.

Media pembelajaran adalah segala bentuk alat, bahan, atau teknologi yang digunakan untuk menyampaikan informasi atau materi pembelajaran agar lebih efektif dan menarik bagi peserta didik. Media dapat berupa alat bantu visual, audio, atau interaktif yang dirancang untuk meningkatkan pemahaman dan keterlibatan siswa dalam proses belajar. Media pembelajaran memainkan peran krusial dalam menciptakan pengalaman belajar yang lebih efektif, menarik, dan bermakna. Dengan memilih dan

mengintegrasikan media yang tepat, guru dapat membantu siswa memahami materi dengan lebih baik dan meningkatkan kualitas pembelajaran secara keseluruhan.

Peneliti mengkombinasikan model dan media pembelajaran yakni media virtual untuk meningkatkan hasil belajar dan keaktifan siswa di kelas dan tentunya mampu mencapai Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP). Media virtual merupakan media sistem digital dalam teknologi komputer yang digunakan untuk menyampaikan pembelajaran berupa metode eksperimen. Aplikasi ini dilengkapi dengan instrumen dan bahan yang serupa dengan yang digunakan dalam eksperimen nyata. Media virtual yang dirancang untuk keperluan eksperimen dikenal sebagai laboratorium virtual (Gunawan *et al.*, 2017). *Virtual laboratory* merupakan kegiatan di laboratorium yang disimulasikan melalui media *online* (Adi, 2015). Laboratorium virtual merupakan serangkaian program yang dapat memvisualisasikan fenomena yang abstrak atau percobaan sehingga dapat meningkatkan aktivitas belajar dalam upaya mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan dalam pemecahan masalah (Swandi, 2014). Selain itu, Riset yang relevan menunjukkan bahwa penggunaan *virtual laboratory* memengaruhi hasil belajar dan memiliki dampak positif sehingga memberi semangat peserta didik dalam belajar (Sarini, 2015). Sebuah laboratorium virtual memberikan banyak keuntungan yaitu dapat melakukan percobaan berbahaya tanpa membahayakan dirimu atau orang lain, simulasi yang terjangkau, dapat dilakukan kapan saja, tidak membutuhkan banyak biaya, hasil percobaan yang diperoleh selalu sama, serta laboratorium virtual memungkinkan untuk bekerja independen atau kolaboratif berkaitan dengan pelajaran (Herga *et al.*, 2016).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penerapan *Project Based Learning* berbantuan laboratorium virtual dalam meningkatkan hasil belajar dan keaktifan siswa kelas V SDN 16 Ampenan pada materi magnet dan listrik. Melalui pendekatan inovatif, kreatif dan berbasis teknologi, siswa diharapkan mampu memahami materi, meningkatkan motivasi belajar, berpartisipasi aktif dalam kegiatan belajar, meningkatkan hasil belajar yang lebih baik, dan memperkaya pengalaman belajar.

Metode

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian tindakan kelas (PTK), Penelitian tindakan kelas merupakan salah satu upaya yang dilakukan oleh guru atau praktisi dalam bentuk berbagai kegiatan yang dilakukan untuk memperbaiki dan atau meningkatkan mutu pembelajaran di kelas. Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian

tindakan kelas (*classroom action research*) model Kemmis dan Mc Taggart yang terdiri dari beberapa tahapan, yaitu : 1) perencanaan, 2) pelaksanaan, 3) observasi, dan 4) refleksi pada setiap siklus. Pada tahapan refleksi siklus pertama dilakukan analisis yang lebih dalam mengenai kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan dan tindakan yang akan dilakukan pada siklus kedua, karena data yang telah terkumpul akan dijadikan bahan evaluasi untuk menyempurnakan tindakan kelas berikutnya (Salim, 2019). Subjek penelitian ini adalah peserta didik kelas V semester ganjil tahun ajaran 2024/2025 SDN 16 Ampenan yang berjumlah 35 orang. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah melalui tes evaluasi dan dokumentasi.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah melalui tes evaluasi dalam bentuk pilihan ganda. Hal ini dilakukan untuk memperoleh data hasil belajar peserta didik. Tes tersebut dilaksanakan di akhir siklus. Teknik analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif yang diperoleh dari hasil tes pemahaman IPAS materi magnet dan listrik dengan membandingkan hasil belajar pada setiap siklus. Perhitungan rata-rata nilai pemahaman peserta didik terkait materi penjumlahan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$X = \frac{\sum x}{\sum N}$$

Keterangan :

X = Rata-rata

$\sum x$ = Jumlah nilai siswa

$\sum N$ = Jumlah siswa seharusnya

Persentase ketuntasan hasil belajar siswa dihitung menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Aqib, dkk (dalam Hendawati & Kurniati, 2017) berikut ini :

$$P = \frac{\text{Jumlah siswa yang tuntas belajar}}{\text{Jumlah seluruh siswa}} \times 100\%$$

Hasil dan Pembahasan

Penelitian tindakan kelas ini dilakukan dengan 2 siklus dan menggunakan pendekatan *Project Based Learning* (PjBL) dengan bantuan media laboratorium virtual. Setelah dilakukan pengolahan data asesmen diagnostik, maka peneliti melakukan pemetaan profil belajar siswa sesuai dengan level kemampuannya. Setiap siklus terdiri dari perencanaan, pelaksanaan, pengamatan, dan refleksi. Berikut ini merupakan data hasil tes pemahaman mata pelajaran IPAS materi magnet dan listrik pada siklus I dan II.

Siklus I

Berikut merupakan data perolehan nilai kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran (KKTP) pada siklus I dalam mata pelajaran IPAS materi magnet:

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Belajar Siklus I

Nilai Rata-rata Peserta Didik	Ketuntasan Individu (%)		Keterangan Ketuntasan
	Tuntas	Tidak Tuntas	
70,28	21(60%)	14 (40%)	Belum Tuntas

Pada siklus I peneliti melaksanakan pembelajaran difokuskan pada eksplorasi sifat magnet dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Proses diawali dengan perencanaan, di mana guru menyiapkan laboratorium virtual berupa aplikasi simulasi "*Magnets and Electromagnets*" yang dapat diakses menggunakan laptop maupun hp, LKPD berbasis PjBL, serta instrumen evaluasi. Aplikasi ini dapat mengorganisasikan siswa untuk belajar secara aktif dan memperoleh pengalaman belajar yang bermakna. Dalam tahap pelaksanaan, peserta didik diperkenalkan dengan fenomena magnet melalui dan diajak mengeksplorasi simulasi virtual untuk memahami gaya tarik dan tolakan magnet, material yang dapat ditarik magnet, dan medan magnet. Mereka kemudian melakukan proyek dan mengolah data dari eksperimen virtual dan menyusun laporan dalam LKPD. Pada siklus I siswa terlibat aktif dan tertarik pada media laboratorium virtual, karena ini merupakan hal baru bagi peserta didik.

Pada akhir siklus I, peneliti melaksanakan refleksi dan evaluasi terhadap pelaksanaan pembelajaran. Hasil pembelajaran pada siklus I tidak dapat dikatakan maksimal karena belum memenuhi harapan dan siswa yang memperoleh nilai ≥ 75 berjumlah 21 siswa dengan persentase 60%. Sedangkan siswa yang masih di bawah nilai minimal atau belum tuntas berjumlah 14 siswa dengan persentase 40% dan belum mampu memenuhi standar nilai KKTP. Hasil refleksi menunjukkan bahwa beberapa siswa masih mengalami kesulitan dalam memahami medan magnet. Kesulitan ini disebabkan karena media laboratorium ini merupakan hal baru bagi mereka dimana terdapat beberapa peserta didik yang membutuhkan adaptasi dalam mengoperasikan media. Adapun perbaikan untuk siklus berikutnya difokuskan pada peningkatan penggunaan ilustrasi dan eksperimen interaktif dengan instruksi LKPD yang lebih sederhana dan mudah dipahami. Selain itu, memberikan bimbingan langsung kepada peserta didik yang mengalami kesulitan lebih besar.

Siklus II

Berikut merupakan data perolehan nilai kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran (KKTP) siklus II pada mata pelajaran IPAS materi listrik:

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Belajar Siklus II

Nilai Rata-rata Peserta Didik	Ketuntasan Individu (%)		Keterangan Ketuntasan
	Tuntas	Tidak Tuntas	
87,54	30 (86%)	5 (14%)	Tuntas

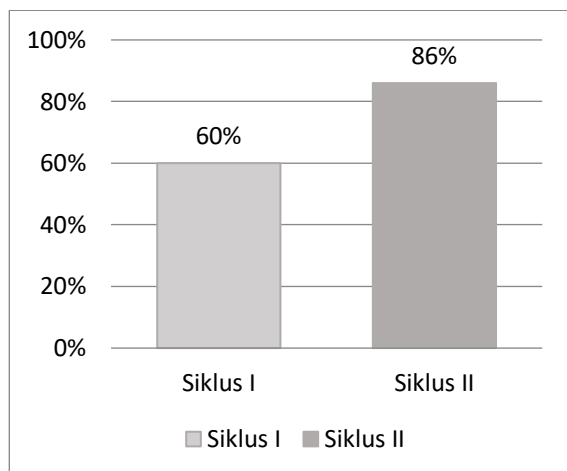
Pada Siklus II peneliti melakukan perbaikan kekurangan yang dilakukan pada siklus I. Pembaruan yang dilakukan pada siklus II yaitu pengelompokan peserta didik dilakukan berdasarkan level kemampuannya dan LKPD untuk eksperimen disusun dengan instruksi yang mudah dipahami dan ilustrasi. Penggunaan media memberikan kemudahan bagi peserta didik untuk belajar sambil bereksplorasi dengan berbagai item yang ada.

Pada siklus kedua, siswa belajar tentang listrik dengan proyek merancang rangkaian listrik sederhana. Pembelajaran dimulai dengan pertanyaan pemantik. Siswa kemudian menggunakan laboratorium virtual PHET "*Circuit Construction Kit*" untuk mencoba membuat rangkaian listrik dengan baterai, kabel, dan lampu. Mereka bisa melihat apa yang terjadi jika satu komponen dilepas atau diganti, dan memahami bagaimana listrik mengalir dalam rangkaian seri dan paralel. Setelah melakukan percobaan, siswa menggambar rangkaian yang mereka buat dan menjelaskan temuan mereka dalam diskusi kelas. Hasil pembelajaran menunjukkan bahwa penggunaan laboratorium virtual membantu siswa memahami listrik lebih mudah, karena mereka bisa bereksperimen tanpa takut kesalahan atau keterbatasan alat. Selanjutnya peserta didik menghubungkan eksperimen virtual dengan percobaan nyata menggunakan baterai dan lampu kecil agar peserta didik bisa melihat langsung bagaimana listrik bekerja di dunia nyata.

Proses pembelajaran pada siklus II berlangsung secara efektif. Setiap siswa terlibat aktif, konsentrasi dan menyenangkan karena media laboratorium virtual yang digunakan mampu mengorganisasikan siswa untuk aktif terlibat baik secara kognitif, afektif maupun psikomotorik. Selain itu, peserta didik dapat memahami konsep-konsep dengan lebih mudah.

Hasil belajar siswa pada mata pelajaran Matematika sangat meningkat dari siklus I. Diketahui bahwa siswa yang memperoleh nilai ≥ 75 atau termasuk dalam KKTP sudah mencapai 30 peserta didik dengan persentase 86%. Sedangkan siswa yang belum mencapai nilai minimal KKTP hanya berjumlah 5 peserta didik dengan persentase 14%.

Hasil belajar IPAS kelas V SDN 16 Ampenan dengan menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* berbantuan laboratorium virtual menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan. Hal tersebut ditunjukkan dari hasil perbandingan penelitian tindakan kelas dari siklus I dan siklus II yang dapat dilihat dari diagram berikut:



Gambar 1. Diagram Persentase Peningkatan Hasil Belajar

Berdasarkan data diagram tersebut, dapat disimpulkan penggunaan laboratorium virtual dalam model PjBL mampu meningkatkan pemahaman dan hasil belajar peserta didik kelas V SDN 16 Ampenan dengan lebih baik pada Siklus II dibandingkan dengan Siklus I. Laboratorium virtual membantu siswa untuk lebih memahami konsep secara interaktif dan eksploratif, yang mendukung keberhasilan model PjBL.

Pada awal sebelum dilaksanakan penelitian tindakan kelas, guru kelas cenderung melaksanakan pembelajaran dengan metode ceramah dan buku sekolah yang ada sehingga tidak dapat menarik minat belajar siswa maupun memahami materi. Namun setelah penerapan pembelajaran *Project Based Learning* berbantuan laboratorium virtual dan telah melakukan perbaikan pada siklus I dan II, siswa dapat memahami materi dengan baik dan dapat memberikan dampak positif yakni terjadi peningkatan hasil belajar. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Suranti *et al.*, 2016) dan (Gunawan *et al.*, 2017) bahwa *Project Based Learning* berbantuan laboratorium virtual dapat meningkatkan hasil belajar siswa pada aspek penguasaan konsep (kognitif) dan kreativitas peserta didik. temuan (Damayanti *et al.*, 2024) mengindikasikan bahwa penggunaan laboratorium virtual dapat meningkatkan hasil belajar siswa karena menyediakan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan mendalam. Implementasi laboratorium virtual juga dapat meningkatkan motivasi belajar dan keterampilan proses sains peserta didik dalam

pembelajaran IPA (Hermana, 2024). Siswa terlibat sangat aktif dan lebih antusias melalui penggunaan media laboratorium virtual, karena mereka dapat mengoperasikannya secara nyata.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang menunjukkan hasil belajar aspek pengetahuan dari siklus I yang mencapai ketuntasan KKTP sebanyak 60% mengalami peningkatan lebih tinggi lagi menjadi 86% pada siklus II. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penerapan model *project based learning* berbantuan laboratorium virtual dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan media *Project Based Learning* berbantuan laboratorium virtual dapat memberikan pemahaman yang menyeluruh kepada siswa, mampu memahami konsep yang abstrak menjadi lebih nyata. Penggunaan Media laboratorium virtual dapat meningkatkan aktivitas belajar peserta didik menjadi lebih aktif, interaktif, dan menyenangkan. Selain itu, Media laboratorium virtual juga memberikan pengalaman belajar yang bermakna kepada siswa, karena mereka mengembangkan kemampuan berpikir secara nyata untuk menyelesaikan persoalan yang diberikan. Beberapa saran yang dapat diajukan peneliti untuk mengoptimalkan pemanfaatan model *Project Based Learning* berbantuan laboratorium virtual yaitu: (1) kemampuan awal hendaknya diperhatikan dengan baik agar pelaksanaan pembelajaran dapat mencapai hasil yang diharapkan; (2) dalam menerapkan model *project based learning* hendaknya mengatur sebaik mungkin alokasi waktu yang tersedia, sehingga tiap fase pembelajaran dapat berlangsung secara optimal, terutama alokasi waktu untuk pengerjaan proyek; (3) dalam penggunaan media virtual, hendaknya peserta didik bekerja mengoperasikan media secara mandiri agar peserta didik dapat bekerja lebih optimal.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Nurhasanah, S.Pd., M.Pd. sebagai dosen pembimbing lapangan atas bimbingan dan arahan yang sangat bermanfaat bagi penulis. Kemudian ucapan terimakasih kepada Ibu Nurhasanah, S.Pd. sebagai guru pamong yang senantiasa memberikan arahan dan bimbingan selama melaksanakan kegiatan penelitian tindakan kelas di SDN 16 Ampenan. Penulis juga menyampaikan ucapan terimakasih kepada seluruh bapak ibu guru beserta peserta didik SDN 16 Ampenan yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian.

Daftar Pustaka

- Adi, D. (2015). Pengembangan Virtual Laboratory pada Pokok Bahasan Sistem Ekskresi dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa Kelas XI SMA Negeri 2 Bondowoso. *Artikel Ilmiah Mahasiswa*.
- Arikunto, S. (2009). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Bell, S. (2010). Project-based Learning for The 21st Century: Skills for The Future. The Clearing House, 83(2), 39-43.
- Bernard, M., Nurmala, N., Mariam, S., & Rustyani, N. (2018). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SMP kelas IX pada materi bangun datar. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 2(2), 77-83.
- Damayanti, F., Maasawet, E. T., Tindangen, M., Maria, V., & Rambitan, M. (2024). Pengaruh Media Pembelajaran Virtual Lab Berbasis PBL Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Materi Sistem Ekskresi, 8 (3), 503-509. <https://doi.org/10.33369/pendipa.8.3.503-509>
- Gunawan, G., Sahidu, H., Harjono, A., & Suranti, N. M. Y. (2017). The Effect of Project Based Learning With Virtual Media Assistance on Student's Creativity In Physics. *Cakrawala Pendidikan*, XXXVI, No. 2, 167-179.
- Herga, N. R., Cagran, B., dan Dinevski, D. 2016. Virtual Laboratory in the Role of Dynamic Visualisation for Better Understanding of Chemistry in Primary School. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*. 12 (3):593-608.
- Hermana, A.H.D., Subekti, h., & Sabtiawan, W.B. (2022). Implementasi Laboratorium Virtual Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar dan Keterampilan Sains Siswa SMP Dalam Pembelajaran IPA. *Pensa E-Jurnal: Pendidikan Sains*, 10(2), 233-239.
- Krajcik, J. S., & Shin, N. (2014). Project-based learning. In R. K. Sawyer (Ed.). *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 275-297).
- Lucas, George. 2007. How Does Project-Based Learning Work?: Tools for understanding the process of planning and building projects. <https://www.edutopia.org/project-based-learning-guide-implementation>. Diunduh 16 Maret 2017.
- Salim, H., Karo, I.R., & Haidir. (2019). Penelitian Tindakan Kelas Teori dan Aplikasi Bagi Mahasiswa, Guru Mata Pelajaran Umum dan Pendidikan Agama Islam di Indonesia. Medan : Perdana Publishing.
- Sarini, P. (2015). Pengaruh Virtual Experiment Terhadap Hasil Belajar Fisika Ditinjau dari Motivasi Belajar Siswa SMA Negeri 1 Singaraja. *Proceedings Seminar Nasional FMIPA UNDIKSHA V*.
- Shpeizer, R. (2019). Towards a successful integration of project-based learning in higher education: Challenges, technologies and methods of implementation. *Universal Journal of Educational Research*, 7(8), 1765-1771.
- Sudjana, N. (2017). *Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Suranti, N. M. Y., Gunawan, G., & Sahidu, H. (2016). Pengaruh Model Project Based Learning Berbantuan Media Virtual Terhadap Penguasaan Konsep Peserta didik pada Materi Alat-alat Optik. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 2(2), 73-79.
- Swandi, A. (2014). Pengembangan Media Pembelajaran Laboratorium Virtual untuk Mengatasi Miskonsepsi pada Materi Fisika Inti di SMAN 1 Binamu, Jenepono. *Jurnal Fisika Indonesia*. Volume: XVII, Nomor: 52, ISSN: 1410- 2994.