

Pengaruh Model *Project Based Learning* Berbantuan Simulasi Phet Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Fisika Peserta Didik SMAN 8 Mataram

Syafira Agustina^{1*}, Wahyudi², Ni Nyoman Sri Putu Verawati³

¹Program Studi Pendidikan Fisika, FKIP, Universitas Mataram, Indonesia

DOI: 10.29303/goescienceed.v5i1.293

Article Info

Received: 09 January 2024

Revised: 12 February 2024

Accepted: 28 February 2024

Correspondence:

Phone:

Abstract: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model *Project Based Learning* Berbantuan Simulasi PhET terhadap kemampuan berpikir kritis fisika peserta didik di SMAN 8 Mataram. Jenis penelitian ini adalah kuasi eksperimen dan menggunakan *non-equivalent control group desain*. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas X MIA SMAN 8 Mataram tahun pelajaran 2023/2024 yang berjumlah 5 kelas dengan jumlah peserta didik sebanyak 159 orang. Sampel diambil menggunakan teknik *purposive sampling*, sehingga diperoleh kelas X MIA 4 sebagai kelas eksperimen sebanyak 31 orang dan X MIA 5 sebagai kelas kontrol sebanyak 30 orang. Kelas eksperimen diberikan perlakuan dengan menggunakan model *Project Based Learning* berbantuan simulasi PhET, sedangkan kelas kontrol menggunakan model konvensional. Berdasarkan analisis data, didapatkan hasil akhir kemampuan berpikir kritis diperoleh dengan nilai rata-rata untuk kelas eksperimen 80,033 dengan kriteria kritis dan kelas kontrol 67,404 dengan kriteria sedang. Hipotesis penelitian ini dianalisis menggunakan uji *t polled varians*, diperoleh t_{hitung} sebesar 5,52 dan t_{tabel} sebesar 2,00 pada taraf signifikan 5%, sehingga didapatkan t_{hitung} lebih besar dari t_{tabel} , maka H_0 ditolak dan H_a diterima. Uji *N-Gain* dilakukan bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik setelah diberikan perlakuan, sehingga didapatkan *N-Gain* untuk kelas eksperimen sebesar 0,72 dengan kriteria tinggi dan kelas kontrol sebesar 0,59 dengan kriteria sedang. Berdasarkan hasil analisis, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh model *Project Based Learning* berbantuan simulasi PhET terhadap kemampuan berpikir kritis fisika peserta didik SMAN 8 Mataram.

Keywords: *Project Based Learning*, Keterampilan Berpikir Kritis,

Introduction

Kemampuan berpikir kritis telah menjadi keterampilan yang sangat penting dalam pendidikan abad ke-21, menjadi pusat dan kunci dalam proses pembelajaran. Berpikir kritis melibatkan kemampuan untuk memecahkan masalah kompleks dengan menggunakan model dan standar tingkat lanjut (Prayogi, 2018:43).

Keterampilan berpikir kritis adalah keterampilan berpikir tingkat lanjut yang penting bagi siswa agar mereka dapat menjadi individu yang berbakat. Siswa

dengan keterampilan ini mampu menganalisis, menalar, memecahkan masalah secara sistematis, mengevaluasi informasi yang mereka terima, dan menarik kesimpulan untuk menyelesaikan berbagai situasi masalah (Islam dkk., 2018).

Pentingnya keterampilan berpikir kritis bagi siswa adalah karena keterampilan ini membantu mereka dalam memecahkan masalah dalam pembelajaran dan kehidupan sehari-hari, khususnya dalam bidang fisika. Hal ini sangat penting karena mengandalkan logika dan analisis yang mendalam (Gunada dkk., 2023).

Email: hardianaok20@gmail.com

Untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, diperlukan strategi pembelajaran yang efektif. Salah satu strategi yang terbukti efektif adalah model *Project Based Learning* (PjBL). Model ini menekankan penerapan pemikiran kritis dalam pembelajaran, di mana siswa terlibat aktif dalam menyelesaikan proyek (Yunus dkk., 2016).

Peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dalam kelas fisika dapat dicapai melalui kegiatan praktik langsung. Namun, meskipun pengajar memiliki akses ke teknologi canggih, banyak sekolah yang masih kesulitan menyediakan alat praktis (Amalia dkk., 2022:747). Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam pendidikan fisika, terutama dalam model dan media pembelajaran. Inovasi ini memberikan kesempatan kepada siswa untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran (Hidaatin dkk., 2022).

Salah satu media yang digunakan adalah simulasi PhET, yang menghubungkan peristiwa kehidupan nyata dengan prinsip-prinsip dasar ilmu pengetahuan. PhET memungkinkan pendekatan interaktif dan pembelajaran konstruktivis, mendorong siswa untuk menyampaikan ide-idenya, dan memberikan kesempatan untuk praktik langsung (Hadiyanti dkk., 2018).

Observasi di SMAN 8 Mataram menunjukkan bahwa pengajar menggunakan model *Discovery Learning* dalam proses pembelajaran. Namun, pendidikan fisika di kelas masih berpusat pada pengajar karena sebagian pengajar belum menjadikan keterampilan berpikir kritis sebagai tujuan pembelajaran. Siswa merasa cukup hanya dengan mendengarkan dan mencatat tanpa memikirkan penyelesaian masalah yang dijelaskan oleh pengajar.

Banyak siswa yang enggan berpartisipasi dalam pembelajaran. Mereka menganggap fisika sebagai mata pelajaran yang sulit dan membosankan. Hal ini diperparah dengan kurangnya fasilitas di laboratorium, sehingga tugas praktikum menjadi lebih sulit dan siswa kesulitan mengimplementasikan konsep-konsep fisika yang abstrak.

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan upaya untuk melibatkan siswa agar lebih aktif dalam pembelajaran. Model pendidikan yang memenuhi kriteria ini adalah *Project Based Learning*, di mana siswa memecahkan masalah melalui proyek (Ridha dkk., 2022). Model pendidikan ini dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dengan

mempengaruhi cara mereka menyelesaikan masalah fisika..

Menurut Kristanti et al. (2016), model *Project Based Learning* (PjBL) memiliki banyak keunggulan, antara lain meningkatkan motivasi siswa, keterampilan pemecahan masalah, kolaborasi antar siswa, keterampilan berpikir kritis dan kreatif, serta kinerja akademik. Penelitian oleh Theresia Widyantini (2014) menunjukkan bahwa PjBL dapat memberikan kesempatan bagi pengajar untuk menggunakan kerja proyek sebagai cara untuk mengelola pengajaran di kelas yang awalnya bermasalah. Dengan demikian, siswa harus membangun pengetahuan baru berdasarkan pengetahuan yang sudah mereka miliki melalui kegiatan praktik.

Model PjBL bersifat kolaboratif, menghasilkan rasa saling mendukung, kerjasama, dan tanggung jawab terhadap tugas individu yang disepakati. Anggota kelompok juga memberikan umpan balik dan menghasilkan produk berkualitas tinggi (Purwanto et al., 2018). Selain itu, beberapa penelitian menunjukkan bahwa model pengajaran berbasis proyek dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa ketika mereka memperoleh pengetahuan dari materi pembelajaran (Anggrani PD et al., 2021; Sutrio et al., 2021; Fakhriyah et al., 2022).

Dalam proses pembelajaran, pengajar harus mampu menciptakan suasana belajar yang menyenangkan dan mendorong siswa untuk bekerja keras serta tertarik mengikuti kelas fisika. Namun, model PjBL saja mungkin belum cukup untuk sepenuhnya menumbuhkan kemampuan berpikir kritis siswa (Agustina et al., 2020:18).

Penggunaan media sebagai alat pembelajaran memudahkan pengajar dalam menyampaikan materi kepada siswa. Salah satu media yang tersedia adalah Simulasi PhET, yang merupakan laboratorium virtual yang dapat digunakan oleh pengajar selama pembelajaran dan membantu dalam pemecahan masalah. Simulasi ini mencakup studi fisika praktis serta biologi dan kimia, yang mendukung pengajaran di kelas dan pembelajaran individu (Muzana et al., 2021:228).

Simulasi PhET terstruktur, dapat diakses secara gratis, dan memungkinkan eksplorasi yang memperkuat pemahaman konseptual siswa tentang fisika (Amalia et al., 2022:748). Simulasi ini juga menjadi media pengajaran yang efektif untuk

pengembangan pendidikan karena memungkinkan siswa untuk berlatih secara langsung dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis mereka tanpa membuang banyak waktu (Harum et al., 2020). Salah satu materi fisika kelas X yang menggunakan simulasi PhET adalah gerak parabola.

Untuk mengatasi permasalahan di atas, peneliti menggunakan model Project-Based Learning (PjBL) yang didukung oleh simulasi PhET selama proses pengajaran. Hal ini dilakukan agar siswa dapat memahami materi dengan lebih mudah dan menarik. Pemilihan metode ini melibatkan siswa secara langsung dalam proyek, yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis mereka.

Method

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuasi-eksperimen, yang melibatkan desain kelompok kontrol nonekuivalen. Metode ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk membandingkan hasil antara kelompok yang menerima perlakuan tertentu dengan kelompok yang tidak menerima perlakuan tersebut, meskipun kedua kelompok tidak dipilih secara acak. Pendekatan ini sesuai dengan panduan yang diuraikan oleh Sugiyono (2016), yang menekankan pentingnya menggunakan desain nonekuivalen untuk mengatasi keterbatasan dalam pengendalian variabel eksternal dan memastikan validitas hasil penelitian. Desain ini memungkinkan peneliti untuk mengukur efek dari perlakuan secara lebih akurat dengan mempertimbangkan variabel-variabel yang mungkin mempengaruhi hasil.

Tabel 1. Rencana Penelitian

Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₃	-	O ₄

(Sugiyono, 2016)

Informasi:

X = Perlakuan menggunakan model *Project Based Learning* pada kelas eksperimen.

O₁ = *Pre-test* kelas eksperimen

O₂ = Melakukan *post-test* kelas eksperimen

O₃ = Melakukan pengujian pendahuluan pada kelas kontrol

O₄ = Jalankan *post-test* pada kelas kontrol

Metode penelitian ini adalah pembelajaran teknik pengambilan sampel dengan bantuan teknologi.

Sampel penelitian terdiri dari 31 siswa kelas X MIA 4 sebagai kelas eksperimen dan 30 siswa kelas X MIA 5 sebagai kelas kontrol. Pada kelas eksperimen, diterapkan model pembelajaran berbasis proyek yang didukung oleh simulasi PhET untuk materi Gerak Parabola, sementara kelas kontrol menggunakan model pembelajaran tradisional dengan buku teks yang sama. Simulasi PhET, yang dikembangkan oleh University of Colorado, dapat diakses melalui situs web berikut: [PhET Simulations] (<https://phet.colorado.edu/>) (Muzana et al., 2021:228). Untuk mengukur kemampuan berpikir kritis, digunakan tes naratif. Tes Keterampilan Berpikir Kritis ini telah diuji validitas, reliabilitas, tingkat kesulitan, dan spesifikasinya. Alat utama dalam tes ini adalah tes penjelasan yang terdiri dari delapan soal. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis prasyarat, uji homogenitas, dan uji normalitas untuk memastikan signifikansi hasil. Hipotesis penelitian ini adalah apakah model pembelajaran berbasis proyek yang didukung oleh simulasi PhET memiliki dampak pada kemampuan penalaran fisik siswa. Pengujian hipotesis dilakukan dengan uji varians t menggunakan perangkat lunak Excel

Result and Discussion

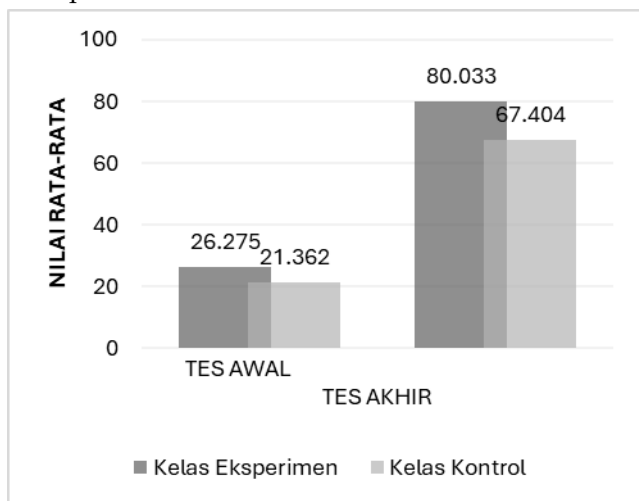
Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dampak model *Project Based Learning* yang didukung simulasi PhET terhadap kemampuan berpikir kritis fisika peserta didik. Data hasil tes berpikir kritis antara kelompok eksperimen dan kontrol adalah sebelum dan sesudah tes. di mana untuk tes pertama Tes dua kelas untuk mengetahui apakah kemampuan awal peserta didik sebenarnya berbeda (Rahmawati et al., 2015). Dan *post-test* merupakan tes akhir yang dijalankan setelah perlakuan berbeda pada dua kelas yaitu kelas kontrol dengan menggunakan model yang ada dan kelas eksperimen dengan menggunakan model PjBL yang didukung dengan simulasi PhET.

Tabel 2.Data hasil sebelum dan sesudah tes kelompok eksperimen dan kontrol

	Sampel	N	Nilai Max	Nilai Min	Rata-rata
Pre-test	Eksperimen	31	57,140	9,380	26,275
	Kontrol	30	44,430	9,380	21,362
Post-test	Eksperimen	31	100	66,64	80,033
	Kontrol	30	83,450	47,28	67,404

Dari Tabel 2, dapat dilihat bahwa nilai rata-rata *pre-test* kelompok eksperimen adalah 26,275, sedangkan

nilai rata-rata *pre-test* kelompok kontrol adalah lebih tinggi dari 21,362. Setelah melakukan tes akhir (*post-test*), kemampuan berpikir kritis peserta didik di kedua kelas, baik kelas eksperimen maupun kelas kontrol, menunjukkan peningkatan nilai rata-rata menjadi 80,033 dan 67,404, secara berturut-turut. Rata-rata nilai akhir dari kedua kelas ini cukup tinggi, dimana rata-rata nilai kelas eksperimen lebih tinggi daripada rata-rata nilai kelas kontrol. Grafik di bawah ini juga menampilkan perbandingan data hasil sebelum dan sesudah tes antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol.



Grafik 1. Skor rata-rata sebelum dan sesudah tes

Uji hipotesis dilakukan untuk mengevaluasi dampak model pembelajaran. *Project Based Learning* (PjBL) yang mengintegrasikan pemikiran kritis siswa dengan bantuan simulasi PhET dalam pembelajaran fisika di kelas laboratorium. Proses ini memerlukan data yang seragam dan memiliki distribusi normal agar uji hipotesis dapat dilakukan secara valid. Dari hasil perhitungan, terlihat bahwa data dari kedua kelompok tersebut homogen dan berdistribusi normal. Sebagai hasilnya, uji hipotesis yang digunakan adalah uji prasyarat analisis, khususnya uji t varians kueri. Rincian hasil hipotesis dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. Hasil uji hipotesis Berpikir Kritis

	N	Rata ² Post- tets	Varians	t_{hitung} <i>g</i>	t_{tabel}	Kriteri a
Eksperimen	31	80.033	83.708	5.52	2.0	Hipotesis diterima

Kontrol	30	67.404	76.351	ma
---------	----	--------	--------	----

Tabel 3 menggambarkan perbedaan skor rata-rata setelah pengujian antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Berdasarkan data uji t, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok tersebut. Hasil ini menunjukkan bahwa hipotesis penelitian, yang menyatakan bahwa model pembelajaran berbasis proyek yang didukung oleh simulasi PhET dapat memengaruhi kemampuan penalaran fisik siswa, diterima, sementara hipotesis nol ditolak.

Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa kelas eksperimen yang mengikuti pembelajaran dengan model *Project Based Learning* (PjBL) dan menggunakan media simulasi PhET menunjukkan kemampuan berpikir kritis yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol yang menggunakan metode pembelajaran tradisional. Hal ini bisa dimengerti mengingat siswa dalam kelas eksperimen aktif, tertarik, puas, dan berkomitmen terhadap proses pembelajaran. Pendekatan PjBL didukung oleh aplikasi Sintaks Model *Project Based Learning* dan media simulasi PhET. Saat awal pembelajaran, siswa di kelas eksperimen dihadapkan pada tantangan yang relevan dengan kehidupan sehari-hari yang melibatkan gerak parabola. Mereka juga disediakan dengan Lembar Kerja Peserta didik (LKPD) untuk mendukung proses pembelajaran.

Hasil penelitian ini konsisten dengan temuan Rosmiati dkk. (2022), yang juga mendukung efektivitas PjBL sebagai pendekatan pembelajaran berorientasi proses yang mengutamakan pemecahan masalah dan integrasi disiplin ilmu. Model ini memungkinkan siswa untuk aktif mengembangkan kreativitas mereka melalui pembuatan proyek, yang pada gilirannya meningkatkan keterampilan dalam proses ilmiah seperti observasi, perencanaan proyek, aplikasi konsep, dan komunikasi efektif.

Penerapan Model *Project Based Learning* dimulai dengan memperkenalkan siswa pada pertanyaan dan masalah yang menantang, serta mendorong mereka untuk membuat proyek sebagai bagian dari pembelajaran. Dengan menggunakan media simulasi PhET, siswa terlibat dalam perencanaan proyek, termasuk menulis aturan proyek, memilih

kegiatan pendukung, dan mengintegrasikan berbagai topik terkait. Mereka juga diberi pengetahuan mengenai alat dan bahan yang diperlukan. Melalui penggunaan media simulasi PhET ini, siswa dapat berpartisipasi aktif dalam proyek dan menyelesaikan masalah dengan lebih efektif dan terintegrasi.

Keunggulan media simulasi PhET terletak pada kemampuannya untuk memungkinkan siswa mempraktikkan keterampilan dalam laboratorium virtual. Dalam Model *Project Based Learning*, penekanan diberikan pada hasil akhir berupa produk yang dapat dihasilkan melalui analisis data. Produk tersebut tidak selalu berbentuk objek tiga dimensi, tetapi juga dapat berupa laporan penelitian. Penggunaan media simulasi PhET ini telah terbukti dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, yang tercermin pada pemahaman analitis yang lebih baik. Secara keseluruhan, penggunaan media simulasi PhET memiliki dampak positif terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dalam memahami konsep fisika.

Conclusion

Dari hasil analisis dan diskusi, dapat disimpulkan bahwa penerapan model *Project Based Learning* yang didukung oleh simulasi PhET memberikan dampak yang signifikan terhadap kemampuan penalaran fisik siswa di SMAN 8 Mataram. Kesimpulannya, penelitian ini menegaskan bahwa penggunaan model pembelajaran berbasis proyek dengan dukungan simulasi PhET secara positif memengaruhi peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dalam memahami konsep fisika. Data analisis menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, dimana kelompok eksperimen yang menerapkan pendekatan PjBL menunjukkan tingkat kemampuan berpikir kritis yang lebih tinggi.

Oleh karena itu, pendekatan pembelajaran yang menggabungkan model PjBL dan media simulasi PhET mungkin menjadi alternatif yang efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa dalam konteks pembelajaran fisika. Hal ini menekankan pentingnya menerapkan inovasi dalam bidang pendidikan untuk memfasilitasi pengembangan keterampilan berpikir kritis siswa secara holistik dan efektif.

References

Amalia, R., Kosim, K., Gnada, IW (2022). Pengaruh model pembelajaran berbasis masalah

menggunakan simulasi PHET terhadap sikap ilmiah dan kemampuan berpikir kritis fisika peserta didik. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 7(2b), 747-756. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i2b.702>

- Anglane, N., Suana, W., dan Cessnan, F. (2020). Dampak penerapan blended learning hukum gerak Newton terhadap motivasi belajar dan kemampuan pemecahan masalah. *Fur Rock: Jurnal Pendidikan*, 16(1), 22-36. <https://doi.org/10.32939/tarbawi.v16i01.520>
- Angreny, YD, Festied, F., dan Aslijal, A. (2019). Meta-analisis efektivitas model *Project Based Learning* terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik SMA. *Poin-Poin Penting Pendidikan Fisika*, 12(4).
- Alifin, MM, Plastow, SB, dan Hallijant, A. (2022). Dampak penggunaan simulasi Phet dalam pembelajaran daring terhadap hasil belajar peserta didik. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 11(1), 16-27.
- Fakhriyah, F., Masfuah, S., Hilyana, F.S. 2022. TPACK dalam pembelajaran IPA. Pekarong: PT. Nasuya memperluas bisnisnya
- IW Gnada, R Ismi, NNSP Belawati, S. Storio (2023). Ini merupakan analisis pemecahan masalah dan tes berpikir kritis materi akustik. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 8(1), 489-495. <https://doi.org/10.29303/jipp.v8i1.1368>
- Hadhyanti, D.R., Ketut Mahaldika, I., dan Astutic, S. (2018). Mengenali peran generasi milenial melalui pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk menyongsong generasi emas (Volume 3).
- Hidayatin, S., Verawati, NNSP, dan Susilawati, S. (2022). Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis masalah untuk meningkatkan kemahiran konsep Fisika, Mekanika, dan Impuls Kelas X. *Jurnal Ilmu Pendidikan Profesi*, 7(2b), 663-671. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i2b.623>
- Islamia, A.F., Rahayu, S., dan Belawati, NNSP (2018). Pengaruh model pembelajaran berbasis masalah yang didukung LKS terhadap kemampuan berpikir kritis fisika peserta didik SMAN 1 Lingsar Tahun 2016/2017. *Lensa: Jurnal Pendidikan Fisika*, 6(1), 29-36.
- Christanti, YD, Sviiki, dan Napdani, RD (2016). Model pembelajaran *Project Based Learning*. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(2), 122-128
- Marinda, NLP (2020). Metode eksperimen didukung oleh Phet Media dengan menggunakan model pelatihan PjBL. *Seminar Nasional Teknologi*,

- Sains dan Sosial Humaniora (SINTESA) (Volume 3).
- Munandal, H., Stolio, S., dan Taufik, M. (2018). Pengaruh model pembelajaran berbasis masalah yang didukung media animasi terhadap kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar fisika peserta didik SMAN 5 Mataram tahun ajaran 2016/2017. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 4(1), 111-120.
- Munif, A. (2020). Memanfaatkan media PhET untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan literasi sains peserta didik tentang energi dan transformasinya. *Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK)*, 4(2), 17-25.
- Playogi, S., Juanita, L., Elang. 2018. Pembelajaran berbasis inkuiri kritis: Model pembelajaran yang meningkatkan kemampuan berpikir kritis calon pengajar. *J. Fisika*, : Conf. Barat. 947, 1-7.
- Pulwanto. (2018). Teknik persiapan instrumen. Penerbit: StaiaPress. Magellan
- Rahmawati, Yusurijal, dan Hassan M. (2015). Penerapan pembelajaran kooperatif tipe Number Head Together berbasis metode praktis untuk meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan proses ilmiah peserta didik pada mata pelajaran kebidanan dan kebidanan. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*. 3(1), halaman: 169-180
- Rida, MR, Judy, M., Ayub, S. (2022). Pengembangan perangkat pembelajaran Pjbl berbasis STEM untuk meningkatkan kreativitas peserta didik pada disiplin ilmu fisika. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 7(1), 223-228.
- Rosmiati, R., Musdar, M., Nurlina, N. (2022). SMA Negeri 1 Menerapkan Model *Project Based Learning* Didukung Simulasi Phet untuk Meningkatkan Berpikir (Hots) Fisika Wonomuruyo. *Fisiologi: Jurnal Fisika dan Penelitian*, 4(2), 107-115.
- Sugiyono (2016). Teknik penelitian pendidikan: pendidikan kuantitatif, kualitatif, penelitian dan pengembangan. Penerbitan Alfabet. Bandung
- Stolio, S., Rockmat, J., Rahayu, S. (2021). Kami sedang mengembangkan buku teks fisika berbasis proyek untuk sekolah menengah guna meningkatkan kemahiran peserta didik dalam konsep fisika. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika Indonesia*, 3(1).
- Theresia Wiggiantini. (tahun 2014). Penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* pada materi pola bilangan kelas 7.
- AA Yunus, A. Siddin, Rustley, MA (2016). Efektivitas model *Project Based Learning* terhadap hasil belajar fisika dan keterampilan berpikir kritis di SMA Negeri TaneteRiaja 1. *Jurnal Fisika dan Pendidikan*, 60-68