

Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Media PhET terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas XI

Siti Jamila*, Ni Nyoman Sri Putu Verawati, Makhrus → (Font: Cambria 11pt)

Universitas Mataram

*E-mail: sitijamilad@gmail.com

Abstract: This study aims to determine the effect of the Problem Based Learning model assisted by PhET media on the physics learning outcomes of class XI students. This type of research is a quasi-experimental research design with nonequivalent control group design. The population of this study were all students of class XI SMA Negeri 6 Mataram, totaling four classes. The sample of this study was class XI IPA 1 as the experimental class and class XI IPA 3 as the control class which were selected using the Purposive Sampling technique. The results of study showed that there was an influence of the PhET media-assisted Problem Based Learning model on the physics learning outcomes of class XI students.

Key Words: Problem Based Learning; PhET Media; Learning Outcomes

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model *Problem Based Learning* berbantuan media PhET terhadap hasil belajar fisika siswa kelas XI. Jenis penelitian ini adalah *quasi eksperimental* dengan desain penelitian *nonequivalent control grup design*. Populasi dari penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI SMA Negeri 6 Mataram yang berjumlah empat kelas. Sampel penelitian ini adalah siswa kelas XI IPA 1 sebagai kelas eksperimen dan siswa kelas XI IPA 3 sebagai kelas kontrol yang dipilih dengan menggunakan teknik *Purposive Sampling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh model *Problem Based Learning* berbantuan media PhET terhadap hasil belajar fisika siswa kelas XI.

Kata kunci: Problem Based Learning; PhET Media; Hasil Belajar

PENDAHULUAN

Pembelajaran IPA terutama fisika merupakan proses untuk membangun pengetahuan bagi siswa yang sangat penting. Siswa akan mengerti dengan sungguh-sungguh dan memiliki potensi dalam bidang fisika yang akan diminati apabila siswa aktif dalam belajar (Naufal et al. 2021). Sementara itu, Gunawan et al. (2015) mengungkapkan bahwa fisika merupakan bagian dari sains yang memfokuskan kajiannya pada materi, energi, dan hubungan antara keduanya. Artinya siswa tidak hanya memahami materi saja melainkan harus mampu mengaitkannya dengan berbagai masalah yang ditemui dalam kehidupan sehari-hari.

Salah satu model pembelajaran fisika yang efektif apabila menggunakan model Problem Based Learning (PBL). Model Problem Based Learning (PBL) memungkinkan siswa untuk memahami sains dengan lebih baik. Hal ini disebabkan karena model PBL merupakan model pembelajaran yang lebih efektif untuk meningkatkan hasil belajar fisika siswa dibandingkan dengan metode pengajaran konvensional Argaw et al. (2017). Sementara itu, menurut Intandari

et al. (2018) pembelajaran fisika dengan model Problem Based Learning (PBL) membuat siswa di dalam kelas menjadi lebih aktif dan berpikir kritis menghadapi masalah pada pelajaran fisika.

Model Problem Based Learning adalah model pembelajaran yang menyajikan kondisi permasalahan yang nyata sebagai bahan pembelajaran yang dapat mendorong siswa untuk memecahkan permasalahan (Edison, 2021). Problem Based Learning adalah pendekatan yang berpusat pada siswa (Zulkarnaen et al, 2022). Menurut Syarifah (2022) terdapat lima sintaks dalam model Problem Based Learning yaitu, (1) orientasi siswa pada masalah, (2) mengorganisasi siswa, (3) membimbing penyelidikan individu ataupun kelompok, (4) mengembangkan dan menyajikan hasil, dan (5) menganalisis dan mengevaluasi hasil pemecahan masalah. Penerapan sintaks-sintaks model Problem Based Learning dalam proses pembelajaran dapat mendukung dan memenuhi target ketuntasan hasil belajar siswa, sehingga kesulitan belajar siswa secara individual dapat diatasi melalui kerja kelompok (Riandi, 2019), sedangkan penemuan yang dikemukakan oleh Makhrus et al. (2018) menyatakan bahwa pemecahan masalah (PBL) seharusnya menjadi tujuan hasil belajar karena pemecahan masalah merupakan salah satu bentuk kreativitas dalam berpikir. Menurut Setyabudi et al. (2021) pembelajaran fisika agar menarik diperlukan media yang benar-benar efektif dan efisien. Salah satunya adalah simulasi PhET sebagai pengganti eksperimen di laboratorium (Verawati et al. 2022).

PhET merupakan aplikasi yang menyediakan praktikum virtual yang digunakan dalam pembelajaran. Media PhET dapat membantu siswa dalam memahami konsep, dan melatih siswa untuk berpikir (Zaturrahmi et al. 2020). Penggunaan PhET dalam pembelajaran bertujuan untuk membantu memperjelas konsep, mempermudah pendidik dalam menyampaikan materi sehingga dapat meningkatkan efisiensi waktu, serta memberi ruang bagi siswa untuk berpartisipasi aktif sehingga pembelajaran lebih menyenangkan (Alfiah dan Dwikoranto, 2022). Menurut Verawati dan Sukaisih (2021) mengungkapkan bahwa PhET dinyatakan dapat membantu siswa dalam memahami konsep dan dapat meningkatkan keterampilan sains siswa dalam pemecahan masalah.

Model Problem Based Learning berbantuan PhET dapat mensimulasikan dalam bentuk grafis dan kontrol yang intuitif, simulasi ini mudah digunakan dan dapat diterapkan di dalam kelas. (Hawa, et al). Simulasi PhET berisi fenomena fisik yang berbasis penelitian secara interaktif dan dapat menjelaskan suatu konsep secara nyata (Intandari et al, 2018). Hasil penelitian Dachi et al (2023) menunjukkan bahwa pengaruh model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) berbantuan media PhET terhadap hasil belajar siswa pada materi vektor, yaitu nilai rata-rata post-test kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol yang menggunakan model pembelajaran Direct Instruction (DI).

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara peneliti dengan guru pengampu mata pelajaran fisika terhadap proses pembelajaran siswa kelas XI SMAN 6 Mataram masih belum terlaksana secara optimal. Kegiatan proses pembelajaran fisika di kelas XI masih menggunakan metode ceramah dan siswa hanya menerima pengetahuan langsung dari guru. Dapat menyebabkan beberapa siswa masih kesulitan dalam memahami materi yang telah diberikan, sehingga dapat dilihat bahwa hasil belajar fisika sebagian besar dapat dikategorikan kedalam nilai yang cukup rendah, hal ini ditunjukkan dengan nilai rata-rata siswa yang didapatkan pada saat ujian akhir semester ganjil berada dibawah KKM, dan hanya satu kelas yang nilainya memenuhi KKM yang dinyatakan tuntas. Berikut tabel data nilai rata-rata semester ganjil kelas XI SMAN 6 Mataram.

Tabel 1 Data Nilai Rata-Rata Ujian Akhir Semester Ganjil Kelas XI SMAN 6 Mataram

No	Kelas	Rata-Rata UAS	KKM	Keterangan
1	XI MIPA 1	68	76	Tidak Tuntas
2	XI MIPA 2	78	76	Tuntas
3	XI MIPA 3	67	76	Tidak Tuntas
4	XI MIPA 4	70	76	Tidak Tuntas

(Sumber: Arsip Guru Fisika Kelas XI MIPA SMAN 6 Mataram 2023)

Berdasarkan data pada tabel di atas terlihat bahwa hasil belajar masih belum sesuai dengan harapan. Pendidik juga menyatakan bahwa dalam pembelajaran fisika belum melaksanakan eksperimen untuk setiap materi fisika yang diajarkan disebabkan karena pendidik belum menggunakan media atau alat peraga diantaranya tidak efektif dari segi waktu. Media yang disediakan di Sekolah masih sangat terbatas. Sedangkan, sumber belajar yang digunakan pendidik hanya buku paket.

Berdasarkan uraian di atas, untuk mengatasi masalah ini diperlukan sebuah model dan media pembelajaran yang bisa mengatasi masalah dan kendala yang dihadapi oleh siswa tersebut yaitu dengan menggunakan model Problem Based Learning dengan berbantuan media. Model Problem Based Learning berbantuan media PhET adalah sutau model pembelajaran dan media yang melibatkan siswa mampu menjadi lebih aktif dalam berpikir, bertanya dan memahami masalah dalam pelajaran khususnya fisika dan berdampak positif pada hasil belajar siswa. Beberapa penelitian yang relevan menunjukkan adanya pengaruh hasil belajar fisika siswa menggunakan model Problem Based Learning yang pertama adalah penelitian dari Rahmi et al (2021) menyatakan bahwa pengetahuan pembelajaran dengan menggunakan Problem Based Learning dapat mempengaruhi hasil belajar fisika siswa yang diperoleh dari perhitungan effect size 20 artikel yang mampu meningkatkan hasil belajar siswa. Penelitian yang kedua adalah dari Paradina dan Medriati (2019) bahwa dengan menggunakan model Problem Based Learning hasil belajar siswa lebih tinggi dibandingkan dengan hasil belajar siswa dengan metode ceramah.

Hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Putra et al (2016) menunjukkan bahwa dengan model Problem Based Learning dapat membuat hasil belajar fisika siswa lebih baik dan terdapat perbedaan yang signifikan hasil post-test yang telah dilakukan pada kelas eksperimen yang menggunakan model PBL lebih baik dibandingkan dengan kelas kontrol yang menggunakan model pembelajaran yang biasa digunakan oleh pendidik. Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Nurcahyati, et al (2020) juga menyatakan bahwa model Problem Based Learning berpengaruh signifikan terhadap hasil belajar fisika siswa. Namun, penelitian-penelitian tersebut tidak mengintegrasikan dengan media PhET dalam proses pembelajaran di kelas, selain itu materi yang diajarkan bukan pada materi yang dijadikan fokus dalam penelitian ini, yaitu hasil belajar fisika dan keterampilan proses sains dalam pembelajaran fisika. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model Problem Based Learning berbantuan media PhET terhadap hasil belajar gelombang berjalan dan gelombang stasioner siswa kelas XI.

METODE

Jenis penelitian ini adalah quasi experimental (ekperimen semu). Menurut Amirah dan Ahmaruddin (2020) kuasi eksperimen (eksperimen semu) adalah eksperimen untuk mengontrol situasi penelitian menggunakan rancangan tertentu atau pengambilan sampel penelitian diambil secara tidak acak untuk mendapatkan salah satu dari berbagai tingkat faktor penelitian. Desain yang digunakan adalah Nonequivalent Control Group Design. Quasi experimental design

mempunyai kelompok kontrol, tetapi tidak dapat berfungsi sepenuhnya untuk mengontrol variabel-variabel luar yang mempengaruhi pelaksanaan eksperimen.

Tabel 2 Desain Penelitian *Nonequivalent Control Group Design*

Kelompok	Desain		
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₃		O ₄

Sumber: (Sugiyono, 2019:138)

Keterangan:

- O₁ : Pemberian tes awal (*pretest*) pada kelas eksperimen
 O₂ : Pemberiaan tes akhir (*posttest*) pada kelas eksperimen
 O₃ : Pemberian tes awal (*pretest*) pada kelas kontrol
 O₄ : Pemberian tes akhir (*posttest*) pada kelas kontrol
 X : Pembelajaran pada kelas eskperimen menggunakan model *Problem Based Learning* dengan media PhET

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari tanggal 8 Mei 2023 sampai dengan tanggal 23 Mei 2023 di SMAN 6 Mataram. Populasi dari penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI SMAN 6 Mataram dan sampel penelitian ini adalah kelas XI IPA 1 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI IPA 3 sebagai kelas kontrol. Teknik pengambilan sampel menggunakan Purposive Sumpling. Teknik pengumpulan data yang digunakan pada hasil belajar ranah psikomotorik siswa diukur dengan menggunakan lembar observasi/checklist untuk melihat keterampilan siswa. Lembar observasi/cheklist dibuat sendiri oleh peneliti yang terdiri dari tiga indicator, yaitu menggunakan alat dan bahan, mengolah data, dan mengkomunikasikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di SMAN 6 Mataram untuk mengetahui pengaruh model *Problem Based Learning* berbantuan media PhET terhadap hasil belajar fisika siswa. Hasil belajar fisika siswa yang digunakan adalah hasil belajar pada ranah psikomotorik menggunakan lembar observasi/checklist. Penilaian ranah kognitif yang diteliti dalam penelitian ini terdiri dari tiga indikator, yaitu menggunakan alat dan bahan, mengolah data, dan mengkomunikasikan. Hasil analisis data ranah psikomotorik kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa data hasil belajar fisika siswa pada ranah psikomotorik nilai maksimum pada kelas eksperimen terjadi peningkatan setiap pertemuan

Tabel 3. Data Hasil Ranah Psikomotorik Kelas Eksperimen

	Kelas Eksperimen		
	Pertemuan 1	Pertemuan 2	Pertemuan 3
Pertemuan	1	2	3
Jumlah Siswa	29	30	29
Nilai Maksimum	75	85	95
Nilai Minimum	60	65	80

Tabel 4 Kategori Penilaian Ranah Psikomotorik Kelas Eksperimen

Kriteria	Pertemuan 1		Pertemuan 2		Pertemuan 3	
	Persentase	Jumlah Siswa	Persentase	Jumlah Siswa	Persentase	Jumlah Siswa
Sangat Baik	52%	15	54%	16	58%	17
Baik	24%	7	23%	7	21%	6
Cukup Baik	24%	7	23%	7	21%	6
Kurang	0%	-	0%	-	0%	-
Total	100%	29	100%	30	100%	29

Berdasarkan Tabel 4 diketahui bahwa hasil belajar fisika siswa pada ranah psikomotorik di kelas eksperimen berada pada kriteria “sangat baik”, “baik”, dan “cukup” memiliki persentase yang berbeda-beda di setiap pertemuan., sedangkan untuk kriteria “kurang” tidak ada dalam setiap pertemuan. Besarnya persentase nilai pada setiap pertemuan menunjukkan bahwa adanya peningkatan hasil belajar fisika siswa pada ranah psikomotorik. Hal ini menunjukkan bahwa model Problem Based Learning berbantuan media PhET berpengaruh terhadap hasil belajar fisika siswa pada ranah psikomotorik.

Pada kelas eksperimen yang diberi perlakuan model Problem Based Learning berbantuan media PhET, siswa menjadi lebih aktif, tertarik, dan antusias yang dilihat dari aktivitas siswa saat mengikuti proses pembelajaran di kelas dibandingkan dengan kelas kontrol yang diberi model pembelajaran konvensional. Hal ini didukung oleh keterlaksanaan sintaks model Problem Based Learning berbantuan media PhET pada awal pembelajaran siswa di kelas eksperimen diberikan permasalahan dalam Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) terkait materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner. LKPD merupakan perangkat pembelajaran yang mampu digunakan untuk mengetahui kesiapan guru dalam melakukan pembelajaran dan LKPD untuk praktikum harus ada kesesuaian dengan model pembelajaran (Makhrus, et al. 2018). Oleh karena itu, siswa diberikan masalah terkait sintaks model Problem Based Learning berbantuan media PhET yang berupa masalah dalam kehidupan sehari-hari, sehingga siswa dapat lebih mengerti terhadap masalah yang sedang dihadapi. Sintaks model Problem Based Learning berbantuan media PhET yang pertama, yaitu orientasi siswa pada masalah, sehingga terkait masalah yang harus dipecahkan dalam pembelajaran tersebut siswa dituntut untuk menjawab analisis masalah sesuai dengan pertanyaan yang tersedia. Sintaks model Problem Based Learning berbantuan media PhET yang kedua, yaitu mengorganisasikan siswa untuk belajar berbantuan media PhET, sehingga siswa dituntut untuk membuat hipotesis (jawaban sementara) dari tujuan percobaan dan siswa dituntut untuk membuktikan hipotesis melalui kegiatan praktikum menggunakan media PhET. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Apriwahyuni, et al. 2021) dengan penemuannya bahwa model Problem Based Learning merupakan salah satu model pembelajaran yang efektif membuat siswa lebih aktif dalam proses pembelajaran yang telah dirancang dengan prosedur pembelajaran yang diawali dengan permasalahan dan pada kegiatan pembelajaran menggunakan media, yaitu simulasi PhET untuk melakukan percobaan secara virtual menggunakan gawai untuk melakukan diskusi secara berkelompok. Hal ini relevan dengan penemuan sebelumnya (Novita, et al. 2023) yang menyimpulkan bahwa bahwa kelas yang diberi perlakuan model Problem Based Learning dengan simulasi media PhET terhadap hasil belajar kognitif siswa sangat baik, dikarenakan selama aktivitas belajar siswa diberikan kesempatan berpartisipasi dan membentuk sendiri pengetahuannya, serta dengan media PhET siswa terlatih untuk berpikir dan materi pembelajaran tersampaikan dengan jelas.

Hasil penilaian ranah psikomotorik menggunakan kegiatan praktikum dengan media PhET menuntut siswa untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran. Meskipun media PhET ini tidak memberikan pengalaman langsung kepada siswa yang disebabkan karena tidak menggunakan alat-alat dan bahan yang konkrit. Hasil penilaian tanggapan siswa selama proses pembelajaran menggunakan model Problem Based Learning berbantuan media PhET menunjukkan bahwa selama pembelajaran berlangsung siswa terlibat aktif yang terlihat dari kegiatan diskusi kelompok yang berlangsung dimana siswa saling mengeluarkan pendapat dan bertukar pikiran dengan siswa yang lainnya selama diskusi berlangsung dari tahapan ini siswa saling membantu dalam memahami materi yang dipelajari. Selain itu, keterlaksanaan sintaks model Problem Based Learning berbantuan media PhET ini sangat membantu siswa dalam memahami materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner, dikarenakan siswa melihat dan mencoba langsung

melalui kegiatan eksperimen yang dapat disimulasikan secara mandiri/kelompok. Sehingga siswa dapat menganalisis besaran-besaran fisis gelombang berjalan dan gelombang stasioner yang dapat dipahami lebih oleh siswa. Beberapa manfaat yang diperoleh siswa dengan keterlaksanaan sintaks model Problem Based Learning berbantuan media PhET diantaranya adalah dapat memberikan siswa untuk mengeksplorasi, mengaplikasikan konsep, dan melakukan analisis. Selain itu, siswa juga menjadi lebih mandiri dan berani untuk mempresentasikan hasil diskusi kelompoknya dengan kelompok yang lain.

Berdasarkan uraian di atas hasil penelitian ini sesuai dengan penemuan Theasy et al. (2021) yang menyatakan bahwa pembelajaran menggunakan media PhET sebagai laboratorium virtual mampu meningkatkan pemahaman konsep pada materi fisika yang berorientasi pada keterampilan proses dengan melakukan praktikum. Sehingga siswa memperoleh kesempatan untuk berinteraksi dengan objek konkrit sampai dengan penemuan konsep fisika. Sementara itu, menurut Wicaksono et al. (2020) menyatakan bahwa simulasi PhET memberikan kesan positif, menarik, dan membantu menjelaskan, serta memudahkan siswa untuk memahami materi pembelajaran. Oleh karena itu, siswa dapat mengamati kesesuaian antara hipotesis dengan fakta yang terjadi terkait praktikum yang telah dilakukan. Apabila hipotesis yang dibuat oleh siswa terkait tujuan percobaan yang disesuaikan dengan fakta yang terjadi selama proses kegiatan praktikum, maka hal ini dapat memperkuat pemahaman siswa mengenai materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner. Sebaliknya, apabila hipotesis yang dibuat oleh siswa tidak sesuai dengan fakta yang terjadi selama proses kegiatan praktikum, maka hal ini dapat memberikan pemahaman yang benar pada siswa. Sehingga pemahaman yang diperoleh melalui kegiatan praktikum dapat membangun pengetahuan siswa. Oleh karena itu siswa secara aktif terlibat dalam pembelajaran untuk memecahkan permasalahan.

Data yang diperoleh siswa melalui kegiatan praktikum menggunakan media PhET. Kemudian siswa menjawab pertanyaan-pertanyaan yang tersedia dalam Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD). Terkait untuk pertanyaan-pertanyaan siswa dituntut untuk berdiskusi dengan teman kelompok masing-masing untuk mencari jawaban berdasarkan data yang diperoleh. Sehingga siswa dapat bertukar pendapat dan informasi mengenai jawaban yang paling benar untuk setiap pertanyaan. Kemudian hasil praktikum dan diskusi disampaikan oleh salah satu kelompok di depan kelas dan ditanggapi oleh kelompok yang lain. Dalam penyampaian hasil praktikum memberikan kesempatan pada siswa untuk saling bertukar informasi antar kelompok. Selain itu, kekurangan masing-masing kelompok terkait materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner dapat diketahui. Sehingga guru dapat memberikan kesimpulan akhir yang benar dan sama setiap kelompok. Oleh karena itu, siswa mendapatkan pengetahuan terkait masalah yang disajikan di awal pembelajaran. Hal ini menunjukkan bahwa siswa dapat menjawab permasalahan tersebut. Hal ini sesuai dengan penemuan Jauhari et al. (2016) bahwa model pembelajaran berbasis masalah (PBL) berbantuan media PhET dapat mengaktifkan siswa melalui kegiatan pemecahan masalah dan siswa lebih aktif dalam proses pembelajaran, sehingga berdampak terhadap hasil belajar kelas eksperimen dibandingkan kelas kontrol.

Berdasarkan uraian di atas disimpulkan bahwa model Problem Based Learning berbantuan media PhET dapat mengaktifkan siswa melalui kegiatan pemecahan masalah. Proses pembelajaran berlangsung aktivitas siswa menjadi lebih aktif, percaya diri, dan mampu berkomunikasi dengan baik melalui kegiatan diskusi maupun presentasi serta dapat menerapkan pengetahuan dalam dunia nyata melalui pembelajaran menggunakan model Problem Based Learning berbantuan media PhET, sehingga berdampak terhadap hasil belajar fisika kelas eksperimen lebih baik dibandingkan dengan kelas kontrol. Berdasarkan pemecahan masalah memberikan kesempatan pada siswa untuk bertukar pikiran dengan anggota kelompoknya,

mengembangkan kemampuan berpikir berdasarkan masalah, dan menambah pengetahuannya sendiri. Oleh sebab itu, siswa mendapatkan pengalaman dari hal tersebut. Penelitian ini sesuai dengan penemuan Setyawan dan Koeswanti (2021: 492) bahwa model Problem Based Learning dapat menjadi solusi efektif yang dapat membuat siswa lebih aktif dalam mengikuti pembelajaran di kelas dan meningkatkan kemampuan berpikir siswa. Menstimulus kemampuan siswa yang berpikir tinggi dapat membuat siswa mampu memecahkan masalah dalam pembelajaran serta tercipta suasana kelas yang kondusif dan interaktif selama proses pembelajaran. Hasil penelitian ini menguatkan penelitian yang dilakukan oleh Sudiarta (2019: 445) menyatakan bahwa penerapan model Problem Based Learning dalam pembelajaran fisika sangatlah tepat, karena dapat menuntun siswa lebih aktif dalam belajar, sehingga dapat meningkatkan hasil belajar fisika siswa kelas XI pada Materi Usaha dan Energi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan disimpulkan bahwa dengan menggunakan model Problem Based Learning berbantuan media PhET ini dapat membuat siswa menjadi aktif yang disebabkan oleh keterlaksanaan sintaks model Problem Based Learning berbantuan media PhET, sehingga terdapat pengaruh model Problem Based Learning berbantuan media PhET terhadap hasil belajar fisika siswa kelas XI.

REFERENSI

- Alfiah, S., dan Dwikoranto. (2022). Penerapan Model *Problem Based Learning* berbantuan Laboratorium Virtual PhET untuk Meningkatkan HOTS Siswa SMA. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*. 13(1), 10-18.
- Amirah, A., dan Ahmaruddin, S. (2020). *Konsep dan Aplikasi Epidemiologi*. Yogyakarta: Deepublish Publisher.
- Apriwahyuni, R., Yunus, S., & Wahyuni, D. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Menggunakan Media Simulasi PhET untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Peserta Didik. *Jurnal Profesi Kependidikan*. 2(1), 89-100.
- Argaw, A.S., Beyene, B. B., Beyene T. A., dan Shiferaw G. K. (2017). The Effect of Problem Based Learning (PBL) Instruction on Students' Motivation and Problem solving skills of Physics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 13(3), 857-871.
- Dachi, Y. A., Zega, L. J. P., Tampubulon, R., & Siboro, A. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Berbantuan Media PhET terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Vektor di Kelas X Semester I SMA Gajah Mada Medan Timur Tahun Ajaran 2022/2023. *Jurnal Penelitian Fisikawan*. 6(1), 25-38.
- Edison, A. (2021). *Model Problem Based Learning Solusi Meningkatkan Prestasi Belajar*. Lombok Tengah NTB: Pusat Pengembangan Pendidikan dan Penelitian Indonesia.
- Gunawan., Harjono, A., & Sutrio. (2015). Multimedia Interaktif dalam Pembelajaran Konsep Listrik Bagi Calon Guru. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*. 1(1), 9-14.
- Hawa, Alda., Bambang, S., & Sri, H. (2021). Efektivitas Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model PBL berbantuan Simulasi PhET pada Materi Termodinamika Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika*. 7(2), 327-334.

- Intandari, R., Sri, A., & Maryani. (2018). Pengembangan LKS (Lembar Kerja Siswa) Berbantuan Simulasi PhET pada Materi Getaran Harmonis untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Siswa SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 7(4), 349-355.
- Jauhari, T., Hikmawati., dan Wahyudi. 2016. Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Media PhET terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas X SMAN 1 Gunungsari Tahun Pelajaran 2015/2016. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*. 2(1), 7-12.
- Makhrus, M., Harjono, A., Syukur, A., Bahri, S., dan Muntari. (2019). Analisis Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) terhadap Kesiapan Guru sebagai "Role Model" Keterampilan Abad 21 Pada Pembelajaran IPA SMP. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA (JPPIPA)*. 5(1), 66-72.
- Makhrus, M., Harjono, A., Syukur, A., Bahri, S., dan Muntari. (2018). Identifikasi Kesiapan LKPD Guru terhadap Keterampilan Abad 21 pada Pembelajaran IPA SMP. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*. 3(2), 124-128.
- Naufal, E. (2021). *Asiknya Pembelajaran Fisika dalam Jaringan di Tengah Pandemi*. Yogyakarta: UAD Press.
- Novita, N., Aulia, I., dan Fatmi, N. 2023. Pengaruh Model Pembelajaran PBL dengan Media PhET terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa. *Jurnal on Education*. 5(3), 6092-6100.
- Nurchayati, R., Indrawati., & Wicaksono, I. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran PBL (Problem Based Learning) terhadap Hasil Belajar Siswa SMP pada Materi Cahaya. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 5(2), 72-78.
- Paradina, D., Connie., & Medriati, R. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning terhadap Hasil Belajar Siswa di Kelas X. *Jurnal Kumparan Fisika*. 2(3), 169-176.
- Putra, A., Bektiarso, S., & Handayani, R. (2016). Pengaruh Model Problem Based Learning terhadap Hasil Belajar dan Keterampilan Proses Sains dalam Pembelajaran Fisika di SMA (Kelas X SMA Negeri 3 Jember). *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 5(2), 129-134.
- Rahmi, A., Fitri, Y., Zahara, F., & Desnita. (2021). Meta Analisis Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) terhadap Hasil Belajar Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*. 1(2), 11-18.
- Riandi, T. 2019. Penerapan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Ukur Tanah di SMKN 7 Surabaya. *Jurnal Unesa*. 1(1), 1-9.
- Setyabudi, Sri., Sunarno, W., dan Sukarmin. (2021). Pembelajaran Fisika Model Problem Based Learning Melalui Media Animasi dan Modul Interaktif Ditinjau dari Kemampuan Awal dan Gaya Belajar Siswa. *Jurnal Universitas Jember*. 1(1), 1-13.
- Setyawan, M., dan Koeswanto, H. 2021. Pembelajaran *Problem Based Learning* terhadap Berpikir Kritis Peserta Didik Sekolah Dasar. *Jurnal Mimbar PGSD Undiksha*. 9(3), 489-496.
- Sudiarta, N. 2019. Penerapan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Materi Suhu dan Kalor. *Journal of Education Action Reserch*. 3(4), 440-447.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Pendidikan (Kuantitatif, Kualitatif, Kombinasi, R&D dan Penelitian Pendidikan)*. Bandung: Alfabeta.
- Syarifah. (2022). *Model Problem Based Learning dan Pembentukan Kelompok Sosial*. Bekasi: Penerbit Mikro Media Teknologi.
- Theasy, Y., Bustan, A., dan Nawir, M. 2021. Penggunaan Media Laboratorium Virtual PhET *Simulation* untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Mahasiswa pad Mata Kuliah Eksperimen Fisika Sekolah. *Jurnal Variabel*. 4(2), 39-45.

- Wicaksono, I., Indrawati., dan Supeno. 2020. PhET (*Physics Education Technology*) sebagai Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Jurnal ISSN*. 5(1), 1-5.
- Verawati, N., & Sukaisih, R. (2021). Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa dalam Pembelajaran Inkuiri dengan Simulasi PhET: Studi Pendahuluan. *Empiricism Journal*. 2(1), 40-46.
- Verawati, N., Handriani, L. S., & Prahani, B. K. (2022). The Experimental Experience of Motion Kinematics in Biology Class Using PhET Virtual Simulation and its Impact on Learning Outcomes. *International Journal of Esseential Competencies in Education*. 1(1), 11-17.
- Zaturrahmi., Festiyed., & Ellizar. (2020). The Utilization of Virtual Laboratory in Learning: A Meta-Analysis. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*. 3(2), 228-236.
- Zulkarnaen., Suhirman., Hidayat, S., Prayogi, S., Sarnita, F., Widia., Fathurrahman., Fauzi, Azra., Ramdhani, L., & Verawati, N. (2022). The Effect of Problem Based Learning Model on Students' Creative Thinking Ability. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(1), 378-382.