

Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Simulasi PhET Terhadap Hasil Belajar Fluida Dinamis Peserta Didik

Miftahul Jannah*, Jannatin 'Ardhuha, Sutrio

Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, FKIP, Universitas Mataram,
Jl. Majapahit No. 62, Mataram NTB, 83125. Indonesia

*Corresponding Author: miftahuljnnh1002@gmail.com

Article History

Received : April 07th, 2026

Revised : April 27th, 2026

Accepted : May 24th, 2026

Abstract: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model pembelajaran berbasis masalah berbantuan simulasi PhET terhadap hasil belajar fluida dinamis peserta didik. Metode yang digunakan adalah kuasi eksperimen dengan *non-equivalent control group design*. Populasi penelitian berjumlah 93 peserta didik kelas XI SMA Negeri 1 Kediri. Teknik pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling*, dengan kelas XI A.2 berjumlah 20 peserta didik ditetapkan sebagai kelas eksperimen dan kelas XI A.1 berjumlah 21 peserta didik sebagai kelas kontrol, di mana kedua kelas belum pernah mempelajari materi fluida dinamis. Instrumen tes hasil belajar menggunakan 20 butir soal pilihan ganda yang telah diuji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya beda soal. Analisis data dilakukan menggunakan uji normalitas *chi-square* dan uji homogenitas Fisher. Hipotesis yang diuji dalam penelitian ini meliputi H_0 dan H_a mengenai pengaruh model pembelajaran berbasis masalah berbantuan simulasi PhET terhadap hasil belajar fluida dinamis peserta didik. Pengujian hipotesis menggunakan analisis statistik parametrik uji-t dengan *polled variance*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai *pretest* kelas eksperimen sebesar 32,25 meningkat menjadi 85,75 pada *posttest*, sedangkan kelas kontrol meningkat dari 27,38 menjadi 70,71. Data *pretest* dan *posttest* kedua kelas berdistribusi normal dan homogen sehingga uji-t *polled variance* dapat digunakan. Hasil uji hipotesis menunjukkan t_{hitung} sebesar 6,51 dan nilai t_{tabel} sebesar 2,02 pada taraf signifikansi 0,05 sehingga H_a diterima. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran berbasis masalah berbantuan simulasi PhET terhadap hasil belajar fluida dinamis peserta didik.

Keywords: pembelajaran berbasis masalah, simulasi PhET, hasil belajar, fluida dinamis.

PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat pada abad ke-21 menuntut peserta didik untuk menguasai keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif. Keterampilan tersebut dikenal dengan istilah 4C (*critical thinking, creativity, collaboration, dan communication*) dan menjadi dasar penting bagi pengembangan potensi peserta didik agar mampu beradaptasi dengan dinamika global (Monica, 2021). Fisika sebagai salah satu mata pelajaran dalam kurikulum memiliki peran penting dalam membentuk pola pikir ilmiah, logis, dan analitis peserta didik. Akan tetapi, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa fisika sering dianggap sulit, abstrak, dan kurang menarik sehingga minat belajar peserta didik terhadap pelajaran fisika masih rendah (Syahrial, 2024).

Satipa *et al.* (2024) mengemukakan bahwa permasalahan kerap kali dijumpai dalam berbagai aspek kehidupan. Oleh karena itu, pembelajaran fisika di sekolah diharapkan dapat membekali peserta didik dengan kemampuan mengidentifikasi masalah, menganalisis akar permasalahan, serta merumuskan solusi secara efektif sehingga memberikan dampak positif terhadap proses dan hasil belajar. Namun, penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa pembelajaran fisika masih didominasi pemberian rumus tanpa melibatkan peserta didik secara aktif. Kondisi tersebut dapat memengaruhi keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran dan berdampak terhadap pencapaian hasil belajar fisika. Maharani *et al.* (2024) menyatakan bahwa pembelajaran yang melibatkan peserta didik secara aktif dapat menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan hasil belajar fisika karena masih terdapat peserta didik yang belum mencapai

Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP).

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru fisika di SMAN 1 Kediri pada 22 Juli 2025, diketahui bahwa kegiatan praktikum sebagai sarana pembuktian konsep secara langsung belum terlaksana secara optimal akibat kondisi peralatan laboratorium yang belum mendukung. Rendahnya kemampuan dasar matematika dan minimnya penggunaan media visual turut berkontribusi terhadap rendahnya hasil belajar. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa hasil belajar peserta didik masih belum optimal sehingga diperlukan upaya peningkatan agar mencapai Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) yang ditetapkan sekolah, yaitu 75. Data capaian belajar juga menunjukkan bahwa hanya 50% peserta didik telah memenuhi Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP), sementara 50% lainnya belum mencapai ketuntasan.

Salah satu materi fisika yang memerlukan pemahaman konsep secara mendalam karena rentan menimbulkan miskonsepsi pada peserta didik adalah fluida dinamis (Ilhami *et al.*, 2022). Ramadhani *et al.* (2022) menyatakan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep fluida dinamis yang dapat memengaruhi pencapaian hasil belajar pada materi tersebut. Miskonsepsi paling banyak ditemukan pada submateri persamaan Bernoulli, yaitu sebesar 73%, sedangkan pada persamaan kontinuitas mencapai 28%. Miskonsepsi tersebut umumnya terjadi karena peserta didik beranggapan bahwa tekanan pada bagian pipa yang sempit lebih besar dan kecepatan aliran fluida lebih kecil dibandingkan pada bagian pipa yang lebih lebar. Anggapan tersebut bertentangan dengan konsep ilmiah yang sebenarnya (Khoiri & Zainuddin, 2025). Salah satu model pembelajaran yang dapat menjawab permasalahan tersebut adalah model pembelajaran berbasis masalah yang menekankan pemecahan masalah secara ilmiah (Simeru *et al.*, 2023).

Model pembelajaran berbasis masalah merupakan model pembelajaran inovatif yang menempatkan peserta didik sebagai subjek aktif dalam proses pembelajaran dengan menggunakan permasalahan nyata sebagai stimulus utama untuk mendorong keterlibatan peserta didik dalam mengidentifikasi, menganalisis, serta memecahkan masalah melalui kegiatan kolaboratif (Junaidi, 2020). Model ini dilaksanakan melalui lima tahapan sintaks, yaitu: (1) orientasi peserta didik pada masalah, (2) mengorganisasikan peserta didik untuk belajar,

(3) membimbing penyelidikan individu maupun kelompok, (4) mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta (5) menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (Ardianti *et al.*, 2021).

Penerapan model pembelajaran berbasis masalah memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk terlibat langsung dalam proses pembelajaran sehingga membantu peserta didik memahami konsep dan meningkatkan hasil belajar (Masril *et al.*, 2020). Namun demikian, keberhasilan penerapan pembelajaran berbasis masalah juga memerlukan media pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik materi. Salah satu media yang digunakan adalah simulasi PhET, karena media ini mampu menyajikan materi secara visual, membantu guru dalam penyampaian materi, serta meningkatkan ketertarikan dan keaktifan peserta didik (Rahayu & Dwikunto, 2020).

Simulasi physics education technology (PhET) merupakan perangkat lunak yang dapat dimanfaatkan guru maupun peserta didik untuk mempelajari konsep-konsep sains secara mandiri tanpa bergantung pada laboratorium fisik (Muzana *et al.*, 2021). Rizaldi *et al.* (2020) menyatakan bahwa Simulasi PhET memiliki keunggulan dalam memvisualisasikan fenomena fisis yang sulit diamati secara langsung dan menyediakan lingkungan belajar yang interaktif, konstruktif, serta mendorong aktivitas eksploratif dan reflektif. Temuan tersebut diperkuat oleh Firmansyah *et al.* (2024) yang menunjukkan bahwa penggunaan simulasi PhET terbukti mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik, khususnya pada ranah kognitif.

Penelitian ini memiliki kebaruan pada integrasi model pembelajaran berbasis masalah berbantuan simulasi PhET pada materi fluida dinamis dengan pengukuran hasil belajar yang mencakup ranah kognitif sebagai data utama serta afektif dan psikomotorik sebagai data pendukung. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model tersebut terhadap hasil belajar fluida dinamis peserta didik.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 1 Kediri dengan jenis penelitian kuasi eksperimen dan menggunakan *non-equivalent control group design*. Kedua kelas diberikan *pretest* sebelum perlakuan dan *posttest* setelah perlakuan sebagai instrumen pengukuran hasil belajar. Perlakuan berupa penerapan model pembelajaran berbasis

masalah berbantuan simulasi PhET diberikan kepada kelas eksperimen, sedangkan kelas kontrol mengikuti pembelajaran dengan model konvensional yaitu melalui model pembelajaran langsung (*direct instruction*). Desain penelitian ini digambarkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Penelitian

Kelas	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₃	-	O ₄

(Sugiyono, 2022).

Populasi yang diteliti adalah peserta didik kelas XI SMAN 1 Kediri yang berjumlah 93 orang. Teknik pengambilan sampel yang digunakan yaitu *purposive sampling* dengan pertimbangan kedua kelas belum pernah mempelajari materi fluida dinamis, memiliki kemampuan awal yang relatif homogen berdasarkan nilai UTS, dan direkomendasikan oleh guru fisika. Sampel dari penelitian ini yaitu seluruh peserta didik kelas XI A.2 dengan jumlah 20 peserta didik sebagai kelas eksperimen dan seluruh peserta didik kelas XI A.1 dengan jumlah 21 peserta didik sebagai kelas kontrol. Penelitian ini melibatkan tiga variabel yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel kontrol. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model pembelajaran berbasis masalah berbantuan simulasi PhET. Variabel terikat adalah hasil belajar fluida dinamis peserta didik. Variabel kontrol adalah guru, materi, alokasi waktu, dan tes hasil belajar sama.

Pada tahap awal, kedua kelas diberikan *pretest* untuk mengetahui kemampuan awal peserta didik. Selanjutnya, kelas eksperimen diberikan perlakuan menggunakan model pembelajaran berbasis masalah berbantuan simulasi PhET, sedangkan kelas kontrol diberikan pembelajaran langsung (*direct instruction*) yang merupakan pembelajaran konvensional. Pada tahap akhir, kedua kelas diberikan *posttest* untuk mengukur hasil belajar peserta didik. Hasil belajar kognitif sebagai data utama diukur menggunakan instrumen tes pilihan ganda sebanyak 20 soal yang telah diuji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya beda soal. Hasil belajar kognitif mengacu pada taksonomi Bloom revisi Anderson dan Krathwohl (2001) dengan indikator mengingat (C1), memahami (C2), menerapkan (C3), menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta (C6). Kriteria penilaian menggunakan skala 0–100 dengan KKTP sebesar 75.

Data pendukung berupa hasil belajar afektif dan psikomotorik diukur menggunakan lembar observasi yang mengacu pada panduan instrumen University of New England (n.d.). Ranah afektif diukur berdasarkan taksonomi Krathwohl et al. (1964) yang meliputi tingkatan A1 sampai A5. Sementara itu, ranah psikomotorik menggunakan taksonomi Dave (1970) yang mencakup tingkatan P1 sampai P5. Penilaian kedua ranah tersebut dikelompokkan menjadi empat kriteria, yaitu sangat baik untuk nilai 86 ke atas, baik untuk rentang nilai 71 sampai 85, cukup untuk rentang nilai 56 sampai 70, dan kurang untuk nilai dibawah 56.

Uji prasyarat analisis data dalam penelitian ini meliputi uji normalitas dan uji homogenitas. Uji normalitas dilakukan untuk menilai pola sebaran data menggunakan persamaan *chi-square* (Aminoto & Agustina, 2020; Yuliana et al., 2023). Sementara itu, uji homogenitas dianalisis melalui uji Fisher (uji F) untuk memastikan kesamaan varians data dari kedua kelompok (Arifin, 2025; Sudaryono, 2021). Analisis data dilakukan untuk menguji hipotesis penelitian secara objektif. Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik statistik parametrik yaitu uji-t dengan *polled variance* (Rani & Arlianti, 2024). Kriteria pengujian menetapkan bahwa hipotesis alternatif (H_a) diterima apabila nilai t_{hitung} lebih besar daripada nilai t_{tabel} (Sugiyono, 2023).

Uji N-Gain digunakan sebagai data tambahan untuk mengetahui ada atau tidaknya peningkatan hasil belajar peserta didik setelah mengikuti proses pembelajaran. Perhitungan N-Gain dilakukan dengan menghitung selisih antara skor pretest dan posttest (Kahfi et al., 2025). Kriteria perolehan skor tersebut diklasifikasikan menjadi empat tingkatan, yaitu tinggi untuk nilai di atas 0,70, sedang untuk rentang nilai 0,30 sampai di atas 0,70, rendah untuk rentang nilai 0,00 sampai di bawah 0,30, serta tidak terjadi peningkatan untuk nilai di bawah 0,00 (Katili et al., 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan pembelajaran pada kedua kelas sampel berlangsung selama tiga kali pertemuan untuk membahas materi fluida dinamis secara bertahap. Pertemuan pertama berfokus pada pembahasan fluida ideal dan persamaan kontinuitas, pertemuan kedua mengkaji hukum Bernoulli, dan pertemuan ketiga tentang penerapan fluida dinamis pada kehidupan sehari-

hari. Pembagian fokus materi ini dilakukan untuk memastikan seluruh kompetensi dasar tersampaikan secara sistematis pada kedua kelas kelompok sampel.

Kelas eksperimen menerapkan model pembelajaran berbasis masalah berbantuan simulasi PhET melalui lembar kerja peserta didik, sedangkan kelas kontrol menerapkan model pembelajaran langsung dengan menggunakan lembar diskusi peserta didik. Peserta didik kelas eksperimen diarahkan untuk memecahkan masalah melalui fenomena fisis secara aktif melalui eksperimen virtual simulasi PhET fluida dinamis. Sementara itu, pada kelas kontrol peserta didik mengikuti proses pembelajaran langsung melalui penyampaian materi dan kegiatan diskuis menggunakan lembar diskusi

peserta didik. pengukuran kemampuan awal peserta didik melalui tes awal (*pretest*) dilakukan terlebih dahulu sebelum implementasi kedua perlakuan tersebut untuk memperoleh data dasar penelitian.

Pretest Data Hasil Belajar

Analisis data *pretest* bertujuan untuk mendeskripsikan capaian kemampuan awal peserta didik sebelum menerima perlakuan. Hasil *pretest* yang dideskripsikan selanjutnya dianalisis menggunakan uji normalitas dan homogenitas yang bertujuan untuk melihat normalitas dan homogenitas kedua data sampel sebelum diberikan perlakuan. Berikut data hasil pretest kelas eksperimen dan kontrol yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data *pretest* hasil belajar

Kelas	Nilai Terendah	Nilai Tertinggi	Rata-rata	Standar Deviasi	Varian
Eksperimen	10	55	32,25	11,44	109,05
kontrol	10	50	27,38	10,44	130,46

Berdasarkan Tabel 2, menunjukkan bahwa kemampuan awal peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki karakteristik yang relatif sebanding sebelum diberikan perlakuan pembelajaran. Data hasil *pretest* pada kedua kelas menunjukkan adanya variasi kemampuan peserta didik dengan tingkat penyebaran data yang relatif homogen. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa data *pretest* ini menjadi dasar untuk mengetahui peningkatan hasil belajar peserta didik setelah penerapan pembelajaran pada masing-masing kelas.

Ranah Afektif dan Psikomotorik Data Hasil Belajar

Hasil belajar ranah afektif peserta didik diperoleh melalui lembar observasi yang dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung pada setiap pertemuan. Ranah afektif mencakup aspek emosional peserta didik seperti perasaan, nilai, apresiasi, antusiasme, minat, motivasi, dan sikap. Penilaian ranah afektif dilakukan berdasarkan indikator sikap peserta didik selama mengikuti pembelajaran. Data hasil perhitungan ranah afektif sebagai data pendukung dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data hasil belajar ranah afektif

Pertemuan	Kelas	Rata-rata	Kriteria
1	Eksperimen	87,75	Sangat Baik
	Kontrol	85,71	Baik
2	Eksperimen	85	Baik
	Kontrol	83,57	Baik
3	Eksperimen	86,25	Sangat Baik
	Kontrol	84,05	Baik

Hasil belajar ranah psikomotorik peserta didik diperoleh melalui lembar observasi yang digunakan untuk menilai keterampilan peserta didik selama kegiatan pembelajaran berlangsung. Penilaian dilakukan berdasarkan indikator keterampilan yang berkaitan dengan kemampuan peserta didik dalam melaksanakan pembelajaran.

Data hasil belajar psikomotorik dianalisis untuk mengetahui tingkat keterampilan peserta didik setelah mengikuti pembelajaran pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Data hasil belajar ranah psikomotorik peserta didik disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi hasil belajar ranah psikomotorik

Pertemuan	Kelas	Rata-rata	Kriteria
1	Eksperimen	91,75	Sangat Baik
	Kontrol	87,62	Sangat Baik
2	Eksperimen	87,75	Sangat Baik
	Kontrol	85,71	Baik
3	Eksperimen	88,5	Sangat Baik
	Kontrol	86,67	Sangat Baik

Data Posttest Hasil Belajar

Setelah diberikan perlakuan, kedua kelas kemudian diberikan posttest untuk mengetahui kemampuan akhir peserta didik serta untuk

mengetahui normalitas, homogenitas, dan hipotesis penelitian. Data *posttest* disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Data *posttest* hasil belajar

Kelas	Nilai Terendah	Nilai Tertinggi	Rata-rata	Standar Deviasi	Varian
Eksperimen	75	95	70,71	6,13	37,57
Kontrol	55	90	85,75	8,41	70,71

Berdasarkan Tabel 5, hasil *posttest* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar kognitif antara kelas eksperimen dan kelas kontrol setelah diberikan perlakuan. Kelas eksperimen memperoleh hasil belajar yang lebih baik dibandingkan kelas kontrol, yang menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis masalah berbantuan simulasi PhET memberikan pengaruh terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik pada materi fluida dinamis.

Uji Prasyarat

Sebelum melakukan pengujian hipotesis, data hasil belajar ranah kognitif terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat analisis yang meliputi uji normalitas dan uji homogenitas. Hasil uji normalitas *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji normalitas

Kelas	χ^2 hitung. <i>Pretest</i>	χ^2 hitung. <i>Posttest</i>	χ^2 tabel	Keterangan
Eksperimen	1,318	6,093	7,815	Normal
kontrol	4,174	5,893		

Berdasarkan Tabel 6, hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data *pretest* dan *posttest* pada kedua kelas memenuhi asumsi normalitas. Dengan terpenuhinya uji prasyarat normalitas, maka pengujian hipotesis dapat dilakukan menggunakan uji statistik parametrik. Sebelum

melakukan uji hipotesis, data hasil belajar juga dilakukan uji homogenitas untuk mengetahui kesamaan varians antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil uji homogenitas *pretest* dan *posttest* pada kedua kelas disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil uji homogenitas

Kelas	F hitung. <i>pretest</i>	F hitung. <i>posttest</i>	F tabel	Keterangan
Eksperimen	1,218	1,882	2,155	Homogen
kontrol				

Uji Hipotesis

Uji hipotesis dalam penelitian ini dilaksanakan setelah data *pretest* dan *posttest* peserta didik memenuhi asumsi analisis. Data tersebut telah terbukti berdistribusi normal dan memiliki varians yang homogen berdasarkan hasil uji prasyarat. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil uji hipotesis

Kelas	Varians	t_{hitung}	t_{tabel}
Eksperimen	54,57	6,51	2,02
Kontrol			

Berdasarkan Tabel 8, menunjukkan nilai t_{hitung} lebih besar dari nilai t_{tabel} . Berdasarkan dengan kriteria pengujian hipotesis maka H_a

diterima, artinya terdapat pengaruh model pembelajaran berbasis masalah berbantuan simulasi PhET terhadap hasil belajar fluida dinamis peserta didik.

Uji N-Gain

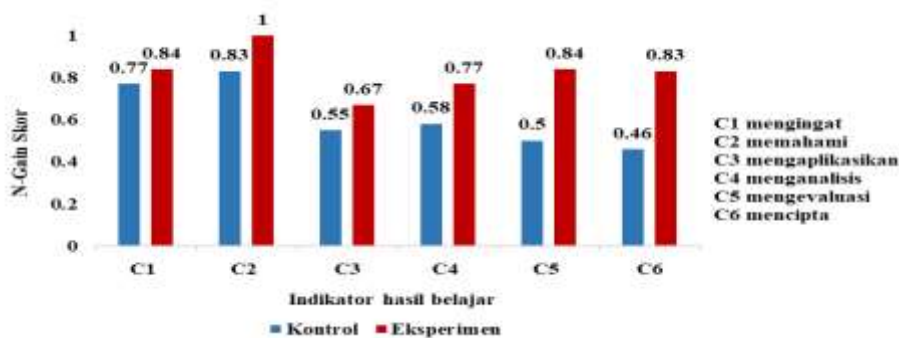
Uji N-gain digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya peningkatan hasil belajar peserta didik setelah mengikuti proses pembelajaran. Hasil analisis N-Gain disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil uji N-gain rata-rata kelas

Kelas	Pretest	Posttest	Posttest-Pretest	N-Gain	Kriteria
Eksperimen	32,25	85,75	53,50	0,79	Tinggi
Kontrol	27,38	70,71	43,33	0,60	Sedang

Berdasarkan Tabel 9, menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis masalah berbantuan simulasi PhET dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik pada materi fluida dinamis. Perbandingan nilai N-gain kedua kelas menunjukkan bahwa peningkatan hasil belajar peserta didik pada kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol. Perbedaan nilai N-gain antara kelas eksperimen dan kelas kontrol tersebut

menjadi dasar untuk dilakukannya analisis lebih lanjut pada setiap indikator kognitif. Analisis tersebut bertujuan untuk memperoleh gambaran yang lebih rinci mengenai peningkatan hasil belajar peserta didik pada masing-masing indikator kognitif. Hasil analisis N-gain pada setiap indikator kognitif untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Skor per-indikator hasil belajar ranah kognitif kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Pembahasan

Hasil penelitian membuktikan bahwa model pembelajaran berbasis masalah berbantuan simulasi PhET berpengaruh terhadap hasil belajar fluida dinamis peserta didik. Keberhasilan ini dapat dijelaskan melalui sinergi dua komponen utamanya. Pengaruh tersebut terlihat dari adanya perbedaan hasil belajar antara kelas eksperimen yang memperoleh pembelajaran berbasis masalah berbantuan simulasi PhET dengan kelas kontrol yang memperoleh pembelajaran langsung. Perbedaan hasil belajar tersebut menunjukkan bahwa penggunaan model pembelajaran berbasis masalah yang dipadukan dengan simulasi PhET mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna karena peserta didik tidak hanya menerima konsep secara teoritis, tetapi juga terlibat dalam proses mengidentifikasi masalah, melakukan penyelidikan, menganalisis fenomena, dan menarik kesimpulan berdasarkan hasil pengamatan.

Peningkatan hasil belajar yang lebih baik pada kelas eksperimen berkaitan dengan karakteristik model pembelajaran berbasis masalah yang menempatkan peserta didik sebagai pusat pembelajaran. Pada proses pembelajaran, peserta didik diberikan permasalahan yang berkaitan dengan fenomena fluida dinamis sehingga peserta didik terdorong untuk mencari solusi melalui kegiatan penyelidikan. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Mardani et al. (2023) yang menyatakan bahwa penggunaan LKPD berbantuan simulasi PhET dalam model pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik melalui kegiatan pemecahan masalah dan visualisasi konsep. Simulasi PhET memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengeksplorasi perubahan variabel dalam suatu fenomena sehingga konsep persamaan kontinuitas dan hukum Bernoulli dapat dipahami.

Analisis berdasarkan indikator kognitif menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis masalah berbantuan simulasi PhET memberikan peningkatan pada seluruh aspek kemampuan kognitif peserta didik. Peningkatan pada kemampuan memahami konsep terjadi karena simulasi PhET mampu memberikan gambaran visual terhadap konsep fluida dinamis sehingga peserta didik lebih mudah menghubungkan konsep dengan fenomena yang diamati. Selain itu, peningkatan pada kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta menunjukkan bahwa kegiatan pemecahan masalah dalam model pembelajaran berbasis masalah dapat melatih peserta didik untuk mengolah informasi, memberikan alasan ilmiah, serta menyusun solusi terhadap permasalahan yang diberikan.

Kemampuan menerapkan konsep masih menjadi bagian yang memerlukan perhatian karena materi fluida dinamis tidak hanya membutuhkan pemahaman konsep, tetapi juga kemampuan matematis dalam menyelesaikan permasalahan kuantitatif. Hal tersebut sesuai dengan kondisi awal penelitian bahwa salah satu kendala pembelajaran fisika di sekolah adalah rendahnya kemampuan dasar matematika peserta didik. Oleh karena itu, pembelajaran berbasis masalah berbantuan simulasi PhET dapat membantu pemahaman konsep, tetapi tetap perlu didukung dengan latihan penyelesaian masalah matematis secara bertahap.

Selain meningkatkan ranah kognitif, penerapan model pembelajaran berbasis masalah berbantuan simulasi PhET juga memberikan dampak terhadap hasil belajar ranah afektif peserta didik. Perbedaan hasil tersebut terjadi karena tahapan pembelajaran berbasis masalah mendorong peserta didik untuk bekerja sama dalam kelompok, berdiskusi, bertanggung jawab terhadap tugas, serta aktif dalam proses pembelajaran. Aktivitas tersebut dapat membangun sikap positif peserta didik selama mengikuti pembelajaran fisika.

Ranah psikomotorik menunjukkan bahwa peserta didik pada kelas eksperimen memiliki keterampilan yang lebih baik dibandingkan dengan peserta didik pada kelas kontrol. Perbedaan tersebut terjadi karena penerapan simulasi PhET dalam kegiatan penyelidikan memberikan kesempatan peserta didik untuk melakukan pengamatan, mengoperasikan media pembelajaran, serta menganalisis hasil percobaan secara virtual. Meskipun tidak menggunakan laboratorium secara langsung, simulasi PhET

mampu memberikan pengalaman eksperimen yang mendukung perkembangan keterampilan peserta didik.

Berdasarkan hasil analisis peningkatan hasil belajar, kelas eksperimen menunjukkan peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi model pembelajaran berbasis masalah dengan simulasi PhET lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dibandingkan pembelajaran langsung. Peningkatan tersebut terjadi karena peserta didik pada kelas eksperimen memperoleh kesempatan untuk membangun pemahaman melalui pengalaman belajar secara langsung, sedangkan pada kelas kontrol proses pembelajaran lebih banyak berpusat pada penyampaian materi oleh guru

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran berbasis masalah berbantuan simulasi PhET dapat menjadi alternatif pembelajaran fisika untuk mengatasi permasalahan rendahnya hasil belajar, keterbatasan kegiatan praktikum, serta kurangnya keterlibatan aktif peserta didik dalam pembelajaran. Model ini tidak hanya meningkatkan hasil belajar kognitif, tetapi juga mendukung perkembangan sikap dan keterampilan peserta didik pada materi fluida dinamis. Widiawati et al. (2022) menegaskan bahwa perangkat pembelajaran berbasis masalah pada materi fluida dinamis terbukti valid, praktis, dan efektif sehingga mendukung kelayakan penerapan model tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh model pembelajaran berbasis masalah berbantuan simulasi PhET terhadap hasil belajar fluida dinamis peserta didik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada bapak kepala sekolah dan ibu Halimatus Sakdiah guru fisika SMA Negeri 1 Kediri yang telah memfasilitasi pelaksanaan penelitian di SMA Negeri 1 Kediri.

REFERENSI

- Aminoto, T., & Agustina, D. (2020). *Mahir Statistika* dan SPSS. EDU Publisher.
- Ardianti, R., Sujarwanto, E., & Surahman, E. (2021). *Problem-based learning: Apa dan*

- bagaimana. *DIFFRACTION: Journal for Physics Education and Applied Physics*, 3(1), 27-35.
- Firmansyah, D., Ramadhan, A. D. S., Rindi, R., Hafidah, S. N., Toebing, R. L., Koimah, K., Sari, D. N., Aulia, W., Pratiwi, N. Y., Islami, R. A. Z. E. (2024). Pengaruh Media Pembelajaran Berbasis PhET simulation terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa pada Materi Kerapatan Zat Kelas VII. *Jurnal Pendidikan Abad ke-21*, 2(1), 33-39.
- Ilhami, D., Koto, I., Medriati, R., Kandang, J. W. S., & Bengkulu, L. (2022). Identifikasi Pengetahuan Siswa Kelas XI Melalui Tes Diagnostik Four-Tier Tentang Fluida Dinamis Setelah Pembelajaran Dalam Jaringan. *Amplitudo: Jurnal Ilmu Pembelajaran Fisika*, 1(2), 202-207.
- Junaidi, J. (2020). Implementasi model pembelajaran problem based learning dalam meningkatkan sikap berpikir kritis. *Jurnal Socius*, 9(1), 25.
- Khoiri, M., & Zainuddin, A. (2025). Analisis Profil Miskonsepsi Siswa Pada Materi Fluida Dinamis Melalui Instrumen Tes Berbasis Three Tier Diagnostic Test. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 14(2), 109-115.
- Maharani, N. N., Hikmawati, H., Susilawati, S., & Gunada, I. W. (2024). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Media PhET Simulation Terhadap Hasil Belajar Pada Materi Usaha dan Energi. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(1), 539-545.
- Mardani, D. A., Farida, S. N., Supriadi, B., & Apriliyani, S. (2023). Penggunaan LKPD Berbantuan Simulasi PhET Dalam Model PBL Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif Siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 12(2), 82-88.
- Masril, M., Jalinus, N., Jama, J., & Dakhi, O. (2020). Implementasi Pembelajaran Berbasis Masalah Pada Kurikulum 2013 Di SMK Negeri 2 Padang. *Konstruktivisme: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran*, 12(1), 12-25.
- Monica, N. F. (2021). Mengembangkan keterampilan belajar abad-21 pada pembelajaran fisika untuk mendukung program kampus merdeka. *Prosiding SNP-SK FKIP-Undana*, 4(1), 49-53.
- Muzana, S. R., Lubis, S. P. W., & Wirda, W. (2021). Penggunaan simulasi PhET terhadap efektifitas belajar IPA. *Jurnal Dedikasi Pendidikan*, 5(1), 227-236.
- Rahayu, N. P., & Dwikoranto. (2020). Efektivitas Model Pembelajaran Simulasi Berbantuan PhET Untuk Pembelajaran Fisika Ditinjau Dari Peningkatan Hasil Belajar Peserta Didik SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 9(2), 104-110.
- Ramadhani, N., Manullang, S. R., & Simbolon, V. A. B. (2022). Identifikasi kemampuan siswa dalam pemecahan masalah miskonsepsi pada materi fluida dinamis di tingkat SMA. *Edufisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 196-205.
- Rizaldi, D. R., Wahab Jufri, A., & Jamaluddin. (2020). PhET: Simulasi interaktif dalam proses pembelajaran fisika. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(1), 10–14.
- Satipa, D. A., Susilawati, S., Hikmawati, H., & Gunada, I. W. (2024). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Simulasi PhET Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(4), 2712-2720.
- Simeru, A., Natusion, T., Takdir, M., Siswati, S., Susanti, W., Karsiwan, W., & Nelmira, W. (2023). *Model-model pembelajaran*. Klaten: Lakeisha.
- Sudaryono. (2021). *Statistik Inferensial untuk Penelitian*. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2023). *Metode Penelitian Pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D (cet. terbaru)*. Bandung: Alfabeta.
- Syahrial, A. (2024). Analisis Pembelajaran Fisika Terintegrasi Steam Untuk Melatih Keterampilan Abad 21. *Journal of Classroom Action Research*, 6(4), 881-892.
- University of New England, Office of Assessment. (n.d.). The affective and psychomotor domains.
- Widiawati, R., Hikmawati, H., & Ardhuha, J. (2022). Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis model problem based learning untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah fisika peserta didik pada materi fluida dinamis. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(3c), 1803-1810.
- Yuliana., Malik, A., Ispa, A. P., & Prihatiningsih, A. (2023). *Statistik*. Sumatera: CV. Azka Pustaka.