

Pengaruh Penggunaan *PhET Simulation* Pada Materi Fluida Dinamis Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika

Agustina Yonsiana ^{1*}, Nurfadilah ², dan Sahlan ³

^{1*,2,3} Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Maumere, Maumere, Indonesia

* Email: ochywadjong@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *PhET Simulation* terhadap peningkatan pemahaman konsep fisika siswa pada materi fluida dinamis di kelas XI SMA Negeri Magepanda. Penelitian dilatarbelakangi oleh rendahnya pemahaman siswa terhadap konsep fisika yang bersifat abstrak serta penggunaan pembelajaran konvensional yang kurang interaktif. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan konsep secara konkret dan interaktif, salah satunya melalui *PhET Simulation*. Penelitian ini menggunakan metode *quasi experiment* dengan desain *pretest-posttest non-equivalent control group*. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas XI SMA Negeri Magepanda tahun ajaran 2023/2024 yang berjumlah 50 siswa dan terbagi dalam dua kelas. Teknik pengambilan sampel menggunakan sampel jenuh (total sampling), sehingga seluruh populasi dijadikan sampel penelitian. Kelas XI IPA-A yang terdiri atas 25 siswa ditetapkan sebagai kelas eksperimen yang memperoleh pembelajaran menggunakan *PhET Simulation*, sedangkan kelas XI IPA-B yang terdiri atas 25 siswa menjadi kelas kontrol dengan pembelajaran konvensional. Data dikumpulkan melalui tes esai, observasi, dan dokumentasi. Instrumen penelitian telah memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai post-test kelas eksperimen sebesar 84,68 dengan N-Gain 51,31% (kategori sedang), sedangkan kelas kontrol memperoleh rata-rata 78,24 dengan N-Gain 33% (kategori sedang). Hasil uji-t menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$), yang menunjukkan adanya perbedaan rerata peningkatan pemahaman konsep yang signifikan antara kedua kelas. Temuan ini menunjukkan bahwa *PhET Simulation* efektif meningkatkan pemahaman konsep fisika siswa pada materi fluida dinamis. Implikasi penelitian ini menunjukkan bahwa simulasi interaktif berbasis teknologi dapat membantu siswa memahami konsep abstrak secara lebih konkret dan meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran.

Kata kunci: Pemahaman konsep, Fluida Dinamis, *PhET Simulation*

The Effect of Using PhET Simulation on Fluid Dynamics Material to Improve Understanding of Physics Concepts

Abstract

This study aims to determine the effect of using PhET Simulation on improving students' understanding of physics concepts in fluid dynamics material in class XI of Magepanda State Senior High School. The research is motivated by students' low understanding of abstract physics concepts and the use of conventional learning that is less interactive. Therefore, learning media that can visualize concepts concretely and interactively is needed, one of which is through PhET Simulation. This study used a quasi-experimental method with a non-equivalent control group pretest-posttest design. The study population was all class XI students of Magepanda State Senior High School in the 2023/2024 academic year, totaling 50 students and divided into two classes. The sampling technique used saturated sampling (total sampling), so that the entire population was used as the research sample. Class XI IPA-A consisting of 25 students was designated as the experimental class that received learning using PhET Simulation,

while class XI IPA-B consisting of 25 students was designated as the control class with conventional learning. Data were collected through essay tests, observation, and documentation. The research instrument has met the criteria of validity and reliability. The results showed that the average post-test score of the experimental class was 84.68 with an N-Gain of 51.31% (moderate category), while the control class obtained an average of 78.24 with an N-Gain of 33% (moderate category). The t-test results showed a significance value of 0.000 ($p < 0.05$), which indicated a significant difference in the average increase in conceptual understanding between the two classes. These findings indicate that PhET Simulation is effective in improving students' understanding of physics concepts in fluid dynamics material. The implications of this study indicate that technology-based interactive simulations can help students understand abstract concepts more concretely and increase student engagement in learning.

Keywords: Conceptual understanding, Fluid Dynamics, PhET Simulation

Histori Naskah

Diserahkan: 19 September 2025

Direvisi: 18 Juni 2026

Diterima: 8 Juli 2026

How to cite:

Yonsiana, A., Nurfadilah, dan Sahlan (2026). Pengaruh Penggunaan PhET Simulation Pada Materi Fluida Dinamis Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 14(3), 105-115. DOI: <https://doi.org/10.26740/ipf.vxx.nxx.xx-xx>.

PENDAHULUAN

Perkembangan dunia saat ini telah memasuki era revolusi industri 5,0. Pada era ini perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan berkembang sangat pesat sehingga masyarakat harus mengikuti tantangan di zaman ini (Fadli, 2021). Perkembangan dan berbagai penemuan dibidang teknologi dan informasi, telekomunikasi yang terjadi memungkinkan setiap orang dapat memanfaatkan dan mengakses internet (Husna Nashihin et al., 2020). Hal ini menunjukkan bahwa ilmu pengetahuan sangat mendukung terciptanya kemajuan teknologi yang berdampak pada peningkatan pemanfaatan dalam segala aspek kehidupan manusia, termasuk pada bidang pendidikan (Darling-Hammond et al., 2020). Kemudian dunia pendidikan merupakan salah satu sektor pendidikan yang telah mengimplementasikan teknologi sebagai simulasi maupun sumber belajar, kecanggihan teknologi dapat dimanfaatkan oleh pendidik sebagai pendekatan yang diyakini sangat membantu dalam proses pembelajaran (Haleem et al., 2022).

Proses pembelajaran yang baik di sekolah memerlukan komunikasi yang intensif dan terarah serta memerlukan interaksi semua pihak yang terlibat dalam pembelajaran, baik itu guru maupun peserta didik. Maka dari itu beberapa pembelajaran kurang membentuk siswa dalam memiliki kemampuan untuk memahami, berpikir kreatif, serta termotivasi untuk mengetahui apa yang sedang dipelajari (Yustina et al., 2020). Oleh karena itu untuk memudahkan proses pembelajaran, guru perlu memanfaatkan media pembelajaran, dan salah satu jenis virtual lab berbasis simulasi yang dapat digunakan oleh peserta didik dalam mendukung pembelajaran fisika untuk membantu meningkatkan pemahaman konsep adalah *PhET Simulation* (Laksono et al., 2023).

Sulitnya memahami pembelajaran fisika menjadikan rendahnya hasil belajar serta belum terpenuhinya standar keberhasilan pembelajaran fisika itu sendiri, hal ini yang menyebabkan rendahnya motivasi peserta didik dalam menyebabkan tingkat pemahaman konsep fisika (Fitriah & Widiyono, 2023). Oleh karena itu pemanfaatan perkembangan teknologi dalam dunia pendidikan, memberikan peluang bahwa eksperimen dapat diterapkan dengan menggunakan bantuan laboratorium maya (Virtual Lab) (Chan et al., 2021). Virtual lab dapat mensimulasikan konsep abstrak sehingga siswa lebih mudah untuk memahami sebuah konsep (Hamed & Aljanazrah, 2020).

Hasil observasi di SMA Negeri Magepanda menunjukkan bahwa proses pembelajaran fisika masih bersifat konvensional dan pasif, dengan dominasi metode ceramah tanpa dukungan media pembelajaran yang memadai (Ulfa et al., 2023). Fasilitas laboratorium maupun perangkat teknologi seperti infokus belum dimanfaatkan secara maksimal, terutama pada pembelajaran materi fluida dinamis yang membutuhkan media

visualisasi untuk menjelaskan konsep yang abstrak (Ahmad et al., 2024). Hal ini menyebabkan siswa menganggap fisika sebagai pelajaran yang sulit dan kurang menarik.

Fokus penelitian ini diarahkan pada penggunaan media pembelajaran karena media berperan penting dalam menjembatani konsep-konsep abstrak menjadi lebih konkret, interaktif, dan mudah dipahami (Muhajarah & Sulthon, 2020). Media yang efektif tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu, tetapi juga sebagai strategi pedagogis yang dapat meningkatkan keterlibatan, kemandirian belajar, dan kemampuan berpikir siswa (Fahriza Fuadiah, 2021). Oleh karena itu, pemilihan media sebagai fokus penelitian menjadi penting dalam upaya meningkatkan pemahaman konsep siswa, khususnya pada materi fluida dinamis (Muhajarah & Sulthon, 2020).

PhET Simulation dipilih karena merupakan media pembelajaran berbasis simulasi interaktif yang dirancang khusus untuk membantu siswa memahami konsep-konsep sains secara visual dan eksploratif (Rizaldi et al., 2020). Dalam konteks materi fluida dinamis, *PhET* memungkinkan siswa untuk melihat secara langsung pengaruh variasi luas penampang terhadap kecepatan fluida, menganalisis tekanan, serta memahami prinsip kontinuitas dan asas Bernoulli. Fasilitas laboratorium maupun perangkat teknologi seperti infokus belum dimanfaatkan secara maksimal, terutama pada pembelajaran materi fluida dinamis yang membutuhkan media visualisasi untuk menjelaskan konsep yang abstrak (Ahmad et al., 2024). Hal ini menyebabkan siswa menganggap fisika sebagai pelajaran yang sulit dan kurang menarik.

Fokus penelitian ini diarahkan pada penggunaan media pembelajaran karena media berperan penting dalam menjembatani konsep-konsep abstrak menjadi lebih konkret, interaktif, dan mudah dipahami (Muhajarah & Sulthon, 2020). Media yang efektif tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu, tetapi juga sebagai strategi pedagogis yang dapat meningkatkan keterlibatan, kemandirian belajar, dan kemampuan berpikir siswa (Fahriza Fuadiah, 2021). Oleh karena itu, pemilihan media sebagai fokus penelitian menjadi penting dalam upaya meningkatkan pemahaman konsep siswa, khususnya pada materi fluida dinamis (Muhajarah & Sulthon, 2020).

Dalam konteks materi fluida dinamis, *PhET* memungkinkan siswa untuk melihat secara langsung pengaruh variasi luas penampang terhadap kecepatan fluida, menganalisis tekanan, serta memahami prinsip kontinuitas dan asas Bernoulli. *PhET* juga memberikan pengalaman belajar virtual yang fleksibel, hemat biaya, aman, dan dapat digunakan kapan saja. Media ini terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dan aktivitas kognitif siswa, sebagaimana dibuktikan oleh berbagai penelitian sebelumnya (Defianti et al., 2021). Judul “Pengaruh Penggunaan *PhET Simulation* pada Materi Fluida Dinamis untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Kelas XI di SMA Negeri Magepanda” dipilih karena mencerminkan kebutuhan untuk menghadirkan solusi konkret atas rendahnya pemahaman konsep siswa, sekaligus menghadirkan inovasi pembelajaran berbasis teknologi yang dapat diterapkan secara praktis di sekolah dengan keterbatasan fasilitas. Judul ini juga mencerminkan relevansi antara masalah di lapangan, fokus media pembelajaran, dan pendekatan saintifik dalam pembelajaran fisika.

Dengan demikian, Pembelajaran fisika, khususnya pada materi fluida dinamis, sering kali menghadapi kendala karena konsep-konsep yang dipelajari bersifat abstrak dan sulit divisualisasikan oleh peserta didik. Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah pemanfaatan media pembelajaran berbasis simulasi, seperti *PhET Simulation*. Media ini memungkinkan peserta didik mengamati fenomena fisika secara virtual, melakukan eksplorasi konsep, serta menghubungkan teori dengan representasi visual yang lebih konkret. Oleh karena itu, penggunaan *PhET Simulation* dipandang berpotensi membantu peserta didik dalam memahami konsep-konsep fluida dinamis secara lebih mendalam dibandingkan pembelajaran konvensional.

Berdasarkan uraian tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: 1. Apakah terdapat pengaruh penggunaan *PhET Simulation* terhadap peningkatan pemahaman konsep siswa kelas XI SMA Negeri Magepanda? 2. Apakah terdapat perbedaan pemahaman konsep fisika pada materi Fluida Dinamis antara siswa kelas eksperimen yang menggunakan *PhET Simulation* dengan siswa kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional di SMA Negeri Magepanda?.

Adapun hipotesis penelitian yang diajukan adalah:

H_0 (Hipotesis nol): Tidak terdapat pengaruh penggunaan *PhET Simulation* terhadap peningkatan pemahaman konsep fisika peserta didik pada materi Fluida Dinamis di kelas XI SMA Negeri Magepanda. Sedangkan H_1 (Hipotesis alternatif): Terdapat pengaruh penggunaan *PhET Simulation* terhadap peningkatan pemahaman konsep fisika peserta didik pada materi Fluida Dinamis di kelas XI SMA Negeri Magepanda.

Berdasarkan kajian teori dan hasil penelitian terdahulu, penggunaan *PhET Simulation* diduga dapat memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan pemahaman konsep fisika peserta didik pada materi Fluida

Dinamis. Simulasi interaktif yang disediakan oleh *PhET* memungkinkan peserta didik untuk memvisualisasikan fenomena fisika yang bersifat abstrak, melakukan eksplorasi konsep secara mandiri, serta menghubungkan konsep teoritis dengan representasi visual yang lebih konkret. Oleh karena itu, dalam penelitian ini diajukan hipotesis bahwa penggunaan *PhET Simulation* berpengaruh terhadap peningkatan pemahaman konsep fisika peserta didik pada materi Fluida Dinamis di kelas XI SMA Negeri Magepanda.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri Magepanda, yang berlokasi di Desa Magepanda, Kecamatan Magepanda, Kabupaten Sikka, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Sekolah ini berada di bawah naungan Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Provinsi NTT dan menerapkan Kurikulum 2013 serta Kurikulum Merdeka. Fasilitas pendukung yang tersedia di sekolah ini meliputi ruang kelas, laboratorium IPA, ruang TIK, perpustakaan, dan lapangan terbuka. Pemilihan sekolah sebagai lokasi penelitian didasarkan pada observasi awal yang menunjukkan adanya kebutuhan inovasi dalam pembelajaran fisika, khususnya pada materi Fluida Dinamis. Penelitian ini dilakukan pada semester genap tahun ajaran 2024/2025, dimulai pada tanggal 6 Maret hingga 20 Maret 2025. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas XI SMA Negeri Magepanda Tahun Ajaran 2024/2025 yang berjumlah 108 peserta didik dan tersebar dalam empat kelas. Dari populasi tersebut, sampel penelitian dipilih menggunakan teknik *purposive sampling*, yaitu pemilihan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu yang sesuai dengan tujuan penelitian. Berdasarkan teknik tersebut, diperoleh dua kelas sebagai sampel penelitian, yaitu kelas XI IPA-A yang berjumlah 25 peserta didik sebagai kelompok eksperimen dan kelas XI IPA-B yang berjumlah 25 peserta didik sebagai kelompok kontrol. Dengan demikian, jumlah sampel dalam penelitian ini adalah 50 peserta didik. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*, yaitu teknik pemilihan sampel berdasarkan kriteria tertentu yang relevan dengan kebutuhan penelitian (Suryani & Herianti, 2023). Kriteria tersebut meliputi ketersediaan perangkat teknologi yang memadai seperti gadget atau laptop serta kesediaan siswa mengikuti metode pembelajaran yang ditetapkan. Prosedur pengambilan sampel dilakukan melalui koordinasi dengan pihak sekolah untuk memperoleh informasi jumlah kelas, kemudian dipilih dua kelas IPA yang memenuhi kriteria tersebut.

Pendekatan penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan metode *quasi experiment*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan *PhET Simulation* terhadap pemahaman konsep fisika siswa pada materi Fluida Dinamis. Desain yang diterapkan adalah *pretest-posttest non-equivalent control group design*, di mana kedua kelompok diberi *pretest* untuk mengetahui pemahaman awal, kemudian kelompok eksperimen diberi perlakuan berupa pembelajaran menggunakan *PhET Simulation*, sedangkan kelompok kontrol menggunakan metode pembelajaran konvensional. Setelah perlakuan selesai, kedua kelompok kembali diberikan *posttest* untuk mengukur perubahan pemahaman mereka.

Teknik pengumpulan data yang digunakan meliputi observasi, tes, dan dokumentasi. Observasi dilakukan untuk mencermati keterlibatan siswa selama proses pembelajaran menggunakan *PhET Simulation*, menggunakan instrumen berupa lembar observasi dan catatan lapangan. Tes dilaksanakan dalam bentuk *pretest* dan *posttest* dengan instrumen berupa 10 soal uraian untuk mengukur pemahaman konsep siswa sebelum dan sesudah pembelajaran. Selain itu, dokumentasi dilakukan untuk merekam aktivitas pembelajaran dengan menggunakan kamera atau perangkat serupa sebagai alat bantu.

Untuk menjamin kualitas instrumen tes, dilakukan uji validitas dan reliabilitas. Uji validitas dilakukan menggunakan korelasi Pearson Product Moment, sedangkan reliabilitas instrumen diuji dengan rumus Cronbach's Alpha. Sebuah instrumen dikatakan valid jika memenuhi nilai korelasi minimal $r = 0,40$, dan dikatakan reliabel apabila nilai alpha lebih dari 0,70, yang menunjukkan konsistensi internal yang tinggi dalam pengukuran.

Dalam tahap analisis data, dilakukan beberapa uji statistik untuk menjawab rumusan masalah penelitian. Pertama, uji prasyarat analisis yang meliputi uji normalitas dan homogenitas. Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal, dan dilakukan dengan uji Kolmogorov-Smirnov. Sementara itu, uji homogenitas dilakukan menggunakan Levene's Test untuk memastikan bahwa varians antara kelompok eksperimen dan kontrol adalah homogen. Setelah prasyarat terpenuhi, dilakukan uji hipotesis menggunakan Independent Sample t-Test untuk menguji apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil belajar kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Kriteria keputusan ditetapkan berdasarkan nilai p-value, di mana jika $p < 0,05$ maka terdapat perbedaan signifikan antara kedua kelompok. Selain itu, dilakukan juga analisis N-Gain untuk mengukur efektivitas pembelajaran dengan membandingkan hasil *pretest* dan *posttest*. Hasil N-

Gain diklasifikasikan dalam kategori tinggi, sedang, atau rendah untuk memberikan gambaran sejauh mana peningkatan pemahaman siswa terjadi setelah perlakuan diberikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data

Sebelum instrumen soal digunakan untuk mengukur hasil belajar siswa, perlu dilakukan uji validitas terlebih dahulu. Uji validitas bertujuan untuk mengetahui apakah soal-soal yang digunakan benar-benar mampu mengukur apa yang ingin diukur. Soal yang valid menunjukkan bahwa pertanyaan tersebut sesuai dengan tujuan pembelajaran dan dapat memberikan hasil yang akurat. Berikut ini adalah hasil uji validitas dari beberapa butir soal esai yang digunakan dalam penelitian.

Tabel 1. Uji validitas

Soal uraian					
	Soal 1	Soal 2	Soal 5	Soal 8	Soal 9
R_{hitung}	0,741	0,590	0,650	0,650	0,726
R_{tabel}	0,497	0,497	0,497	0,497	0,497
Keterangan	valid	valid	valid	valid	valid

Setelah uji validitas menunjukkan sebagian soal valid, dilakukan uji reliabilitas untuk mengetahui apakah instrumen tersebut konsisten dan dapat dipercaya dalam mengukur hasil belajar siswa. lebih besar dari r tabel (0,497). Nilai r hitung masing-masing soal adalah: Soal 1 sebesar 0,741, Soal 2 sebesar 0,590, Soal 5 sebesar 0,650, Soal 8 sebesar 0,650, dan Soal 9 sebesar 0,726. Karena seluruh nilai r hitung lebih tinggi dari nilai r tabel, maka semua butir soal tersebut dinyatakan valid. Artinya, soal-soal tersebut telah memenuhi syarat validitas dan layak digunakan sebagai instrumen evaluasi dalam penelitian, karena mampu mengukur aspek yang sesuai dengan tujuan pengukuran.

Tabel 2. Uji Reliabilitas

Jumlah Soal	Nilai Acuan	Nilai Chronbach's Alpha	Kesimpulan
5	0,70	0,72	Reliabel

Berdasarkan Tabel 2 yang menunjukkan Uji Reliabilitas dapat disimpulkan bahwa dengan jumlah soal sebanyak 5 dan Nilai Cronbach's Alpha yang diperoleh adalah 0,72, sedangkan nilai acuan yang digunakan adalah 0,70. Karena nilai 0,72 lebih besar dari nilai acuan, maka dapat disimpulkan bahwa instrumen tersebut reliabel atau dapat dipercaya.

Tabel 3. Pre-test Kelas Kontrol

Kelas Kontrol	Pre-test
Nilai maksimum	80
Nilai minimum	55
Mean	67.28
Std.Deviation	6.985

Tabel 3, enunjukkan hasil pre-test peserta didik di kelas kontrol. Nilai tertinggi yang diperoleh adalah 80, dan nilai terendah adalah 55. Rata-rata nilai pre-test sebesar 67,28, dengan standar deviasi 6,985, yang berarti terdapat variasi nilai di antara peserta didik. Hasil ini menggambarkan kemampuan awal siswa sebelum pembelajaran dimulai.

Tabel 4. Pos-test Kelas Kontrol

Kelas Kontrol	Pre-test
Nilai maksimum	85
Nilai minimum	70
Mean	78,56
Std.Deviation	6.985

Tabel 4, menunjukkan hasil post – test siswa di kelas kontrol setelah pembelajaran. Nilai tertinggi yang diperoleh adalah 85, dan nilai terendah 70. Rata – rata nilai siswa adalah 78,56, dengan standar deviasi 6,985. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan dibandingkan pre – test, meskipun tanpa perlakuan khusus.

Tabel 5. *Pre – test* Kelas Eksperimen

Kelas Kontrol	<i>Pre-test</i>
Nilai maksimum	80
Nilai minimum	55
Mean	67.28
Std.Deviation	6.985

Berdasarkan Tabel 5, menyajikan hasil pre-test peserta didik pada kelas eksperimen sebelum diberi perlakuan pembelajaran. Berdasarkan data, nilai maksimum yang dicapai adalah 80, dan nilai minimum 55. Rata-rata (mean) nilai pre-test adalah 68,16, yang mencerminkan kemampuan awal peserta didik sebelum pembelajaran dilaksanakan. Nilai standar deviasi sebesar 7,782 menunjukkan adanya variasi nilai antar peserta didik yang cukup beragam. Data ini memberikan gambaran mengenai kondisi awal kelas eksperimen sebelum perlakuan diberikan.

Tabel 6. *Pos – test* Kelas Kontrol

Kelas Kontrol	<i>Post-test</i>
Nilai maksimum	90
Nilai minimum	77
Mean	85.12
Std.Deviation	3.800

Dari Tabel 6, menunjukkan hasil post-test siswa di kelas eksperimen setelah pembelajaran. Nilai tertinggi yang diperoleh adalah 90, dan nilai terendah 77. Rata-rata nilai sebesar 85,12 menunjukkan peningkatan dibandingkan saat pre-test. Standar deviasi sebesar 3,800 menandakan bahwa nilai siswa cukup merata. Hasil ini menunjukkan bahwa pembelajaran yang diberikan berdampak positif pada hasil belajar siswa.

Hasil analisis lembar observasi siswa menunjukkan respons positif dalam pembelajaran menggunakan *PhET Simulation*. Pada tahap awal, mereka membaca petunjuk dan mencoba memahami cara kerja simulasi dengan antusias, aktif mengeksplorasi fitur untuk memahami konsep fluida dinamis seperti kecepatan aliran, luas penampang, dan tekanan. Siswa mencatat hasil pengamatan secara sistematis dan melakukan analisis sederhana dengan membandingkan perubahan tekanan dan kecepatan pada berbagai ukuran pipa. Di akhir kegiatan, siswa mampu menarik kesimpulan dari hasil simulasi, menunjukkan keterampilan berpikir analitis dan keterlibatan intelektual dalam pembelajaran. Dari sisi keterampilan, siswa mampu mengoperasikan simulasi dengan baik, mengatur parameter, dan menjalankan simulasi sesuai prosedur. Mereka mencatat data hasil pengamatan dengan rapi dalam tabel atau grafik sederhana, sehingga memudahkan mereka dalam menganalisis hasil simulasi. Seluruh tahapan percobaan diikuti dengan baik, dan beberapa kelompok telah mempresentasikan hasil percobaan secara lisan maupun tulisan, meskipun masih diperlukan latihan lebih lanjut untuk meningkatkan kejelasan dan sistematika penyampaian hasil.

B. Uji Persyaratan Analisis

Dalam penelitian ini, uji normalitas menggunakan metode Shapiro-Wilk. Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak. Data dianggap berdistribusi normal jika nilai signifikansi ($\text{sig} > 0,05$). Setelah dilakukan pengujian menggunakan aplikasi statistik SPSS, maka diperoleh hasil.

Tabel 7. Uji Normalitas

Hasil Perhitungan	Kolmogorov-Smirnov		
	Statistic	Df	Sig
<i>Pre test</i> - kontrol	.143	25	0,200
<i>Pos test</i> - kontrol	.122	25	0,200
<i>Pre test</i> – Eksperimen	.162	25	0,088
<i>Pos test</i> - Eksperimen	.126	25	0,200

Hasil Uji Normalitas pada Tabel 7, menunjukkan bahwa nilai signifikansi (Sig.) untuk semua kelompok, baik kelompok kontrol maupun eksperimen pada saat *pretest* maupun *posttest*, memiliki nilai (sig) $> 0,05$. Secara rinci, nilai signifikansi untuk kelompok Pre test - kontrol adalah 0,200, Pos test - kontrol sebesar 0,200, Pre test – Eksperimen sebesar 0,088, dan mmjhhtk - Eksperimen sebesar 0,200. Karena keempat nilai signifikansi tersebut berada di atas ambang batas 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa semua data berdistribusi normal.

Uji homogenitas merupakan salah satu teknik analisis statistik yang digunakan untuk mengetahui apakah dua atau lebih kelompok data memiliki varians yang sama atau tidak. Uji ini sangat penting dilakukan sebelum melakukan analisis statistik parametrik yaitu uji-t, karena kedua uji tersebut mengasumsikan bahwa data yang dianalisis berasal dari populasi yang memiliki varians yang homogen. Dalam praktiknya, salah satu metode yang sering digunakan untuk menguji homogenitas adalah uji Levene. Uji ini bertujuan untuk mengukur apakah terdapat perbedaan varians yang signifikan antar kelompok. Apabila hasil uji menunjukkan nilai signifikansi (Sig.) lebih besar dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa varians antar kelompok adalah homogen. Sebaliknya, jika nilai signifikansi kurang dari atau sama dengan 0,05, maka varians dianggap tidak homogen. Dengan demikian, uji homogenitas menjadi langkah awal yang penting dalam proses pengambilan keputusan statistika yang valid dan reliabel.

Tabel 8. Uji Homogenitas

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Nilai	Based on Mean	1.5	1	48	.225

Berdasarkan Tabel 8, menunjukkan hasil uji homogenitas menggunakan uji Levene untuk mengetahui kesamaan varians antar kelompok. Berdasarkan hasil tersebut, diperoleh nilai signifikansi (Sig.) sebesar 0,225. Karena nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 ($0,225 > 0,05$), maka dapat disimpulkan bahwa varians antar kelompok adalah homogen atau tidak berbeda secara signifikan. Dengan demikian, data memenuhi asumsi homogenitas sehingga dapat dilanjutkan ke analisis statistik parametrik seperti uji-t.

C. Analisis Data

Analisis data bertujuan untuk menguji hipotesis dalam penelitian ini, yaitu mengetahui pengaruh penggunaan *PhET Simulation* terhadap pemahaman konsep fisika siswa pada materi Fluida Dinamis.

Uji independen adalah teknik statistik yang digunakan untuk membandingkan rata-rata dari dua kelompok yang tidak berhubungan guna mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan. Dalam penelitian ini, uji ini digunakan untuk membandingkan nilai *posttest* antara kelas eksperimen (menggunakan *PhET Simulation*) dan kelas kontrol (tanpa *PhET Simulation*). Hasil perhitungan uji hipotesis menggunakan rumus nomor berbantuan Software SPSS dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 9. Uji independent Sample Test

Kelas	N	Mean	Sig. (2-tailed)	Std. Deviation
<i>Posttest</i> Kontrol	25	78.24	.000	5.101
<i>Posttest</i> Eksperimen	25	84.68	.000	3.412

Berdasarkan Tabel 9, menunjukan hasil *posttest* dari dua kelas, masing – masing terdiri dari 25 siswa. Kelas kontrol memperoleh rata – rata nilai 78,24 dengan simpangan baku 5,101, sedangkan kelas eksperimen memiliki rata – tara lebih tinggi, yaitu 8468 dengan simpangan baku 3,412. Nilai signifikansi (sig.2- tailed) sebesar 0.000 menunjukan adanya perbedaan yang signifikan antara kedua kelas. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pendekatan atau perlakuan yang diterapkan pada kelas eksperimen lebih efektif dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik dibandingkan dengan metode yang digunakan di kelas kontrol.

Tabel 10. Uji N-gain score

Kelompok	N	Minimum	Maximum	Mean	Kategori
N-Gain Score					
Eksperimen	25	14,81%	72,50%	51,31%	Sedang
Kontrol	25	12%	54%	33%	Sedang

Berdasarkan Tabel 10, diketahui bahwa nilai rata-rata N-Gain Score pada kelas eksperimen sebesar 51,31% dengan nilai minimum 14,81% dan maksimum 72,50%. Sementara itu, pada kelas kontrol, rata-rata N-Gain Score sebesar 33%, dengan nilai minimum 12% dan maksimum 54%. Jika dilihat dari kategori N-Gain menurut klasifikasi Hake (1999), kedua kelompok termasuk dalam kategori sedang. Namun, rata-rata N-Gain pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran yang diberikan pada kelas eksperimen lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi Fluida Dinamis dibandingkan dengan pembelajaran di kelas kontrol.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan *PhET Simulation* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan pemahaman konsep fisika peserta didik pada materi Fluida Dinamis di kelas XI SMA Negeri Magepanda. Kesimpulan ini menjawab rumusan masalah penelitian mengenai pengaruh penggunaan *PhET Simulation* terhadap pemahaman konsep fisika peserta didik. Hasil analisis data menunjukkan nilai signifikansi uji-t sebesar 0,000 ($p < 0,05$), sehingga hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima. Dengan demikian, penggunaan *PhET Simulation* terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan pemahaman konsep fisika peserta didik. Temuan ini juga diperkuat oleh hasil analisis N-Gain yang menunjukkan bahwa kelas eksperimen memperoleh peningkatan sebesar 51,31% dengan kategori sedang, sedangkan kelas kontrol memperoleh peningkatan sebesar 33% dengan kategori sedang. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan *PhET Simulation* lebih efektif dibandingkan pembelajaran konvensional dalam membantu peserta didik memahami konsep-konsep Fluida Dinamis.

Oleh karena itu, disarankan agar guru fisika memanfaatkan *PhET Simulation* sebagai salah satu alternatif media pembelajaran, khususnya pada materi yang bersifat abstrak dan memerlukan visualisasi konsep. Selain itu, sekolah perlu mendukung ketersediaan sarana dan prasarana teknologi yang memadai untuk menunjang penerapan pembelajaran berbasis simulasi. Bagi peneliti selanjutnya, penelitian ini dapat dikembangkan pada materi fisika lainnya atau dengan melibatkan jumlah sampel yang lebih besar untuk memperoleh hasil yang lebih komprehensif.

Selain memberikan dampak terhadap peningkatan pemahaman konsep, penggunaan *PhET Simulation* juga mendorong keterlibatan peserta didik secara lebih aktif dalam proses pembelajaran melalui kegiatan eksplorasi, pengamatan, diskusi, dan penarikan kesimpulan. Oleh karena itu, *PhET Simulation* dapat dijadikan sebagai salah satu alternatif media pembelajaran yang interaktif, menarik, dan efektif dalam pembelajaran fisika, khususnya pada materi yang bersifat abstrak dan sulit divisualisasikan secara langsung. Berdasarkan hasil penelitian ini, guru fisika disarankan untuk memanfaatkan *PhET Simulation* dalam proses pembelajaran guna meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Selain itu, sekolah diharapkan dapat mendukung penyediaan fasilitas teknologi yang memadai agar pemanfaatan media pembelajaran berbasis simulasi dapat dilaksanakan secara optimal. Penelitian selanjutnya juga disarankan untuk mengkaji penggunaan *PhET Simulation* pada materi fisika lainnya atau dengan cakupan sampel yang lebih luas sehingga diperoleh hasil yang lebih komprehensif dan dapat memperkuat temuan penelitian ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala SMA Negeri Magepanda yang telah memberikan izin dan dukungan selama pelaksanaan penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada guru mata pelajaran Fisika serta seluruh peserta didik kelas XI IPA SMA Negeri Magepanda yang telah berpartisipasi dan membantu kelancaran proses pengumpulan data penelitian. Selain itu, penulis menyampaikan penghargaan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan selama proses penyusunan penelitian hingga penyelesaian artikel ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan pembelajaran fisika di sekolah.

KONTRIBUSI PENULIS

Agustina Yonsiana: Conceptualization, Methodology, Investigation, Data Curation, Formal Analysis, Writing – Original Draft, dan Visualization ; Nurfadilah: Supervision, Validation, Methodology, Writing – Review & Editing, dan Project Administration ; Sahlan: Supervision, Validation, Formal Analysis, Writing – Review & Editing, Resources, dan Funding Acquisition.

PERNYATAAN BEBAS KONFLIK KEPENTINGAN

Para penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan finansial maupun hubungan pribadi yang dapat mempengaruhi hasil yang dilaporkan dalam naskah ini.

PERNYATAAN ETIKA PENELITIAN DAN PUBLIKASI

Para penulis menyatakan bahwa penelitian dan penulisan naskah ini telah mematuhi standar etika penelitian dan publikasi, sesuai dengan prinsip ilmiah, serta bebas dari plagiasi.

PERNYATAAN PEMANFAATAN TEKNOLOGI ASISTIF

Para penulis menyatakan bahwa Kecerdasan Buatan Generatif (Generative Artificial Intelligence) dan teknologi asistif lainnya tidak digunakan secara berlebihan dalam proses penelitian dan penulisan naskah ini. Secara khusus, ChatGPT (OpenAI) digunakan untuk membantu perbaikan tata bahasa, penyuntingan kalimat akademik, penerjemahan abstrak dari Bahasa Indonesia ke Bahasa Inggris, serta penyempurnaan struktur penulisan naskah. Para penulis telah meninjau, memverifikasi, dan menyunting seluruh konten yang dihasilkan oleh teknologi tersebut guna memastikan ketepatan, keakuratan, kelengkapan, serta kesesuaiannya dengan standar etika dan kaidah ilmiah. Seluruh tanggung jawab atas isi dan kualitas naskah sepenuhnya berada pada para penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldila, F. T., Matondang, M. M., & Wicaksono, L. (2020). Identifikasi Minat Belajar Siswa Terhadap Mata Pelajaran Fisika di SMAN 1 Muaro Jambil. *Journal Of Science Education And Practice*, 4(1), 22–31. <https://doi.org/10.33751/jsep.v4i1.2827>.
- Anggarista, S., & Wahyudin, A. Y. (2022). A Correlational Study Of Language Learning Strategis And Engglish Proficiency Of University Students At Efl Context. *Journal of Arts and Education*, 2(1). <https://doi.org/10.33365/jae.v2i1.68>
- Astuti, I. A. D., Sumarni, R. A., Setiadi, I., & Zahra, R. A. (2022). Kajian Etnofisika pada Tari Soya-Soya sebagai Sumber Ajar Fisika. *ORBITA: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 8(2), 333. <https://doi.org/10.31764/orbita.v8i2.10415>
- Banda, H. J., & Nzabahimana, J. (2023). The Impact of Physics Education Technology (*PhET*) Interactive Simulation-Based Learning on Motivation and Academic Achievement Among Malawian Physics Students. *Journal of Science Education and Technology*, 32(1), 127–141. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-10010-3>
- Bendriyanti, R. P., Dewi, C., & Nurhasanah, I. (2022). Manajemen Pembelajaran Berdiferensiasi dalam Meningkatkan Kualitas Belajar Siswa Kelas IX SMPIT Khairunnas. *Jurnal Pendidikan (Teori Dan Praktik)*, 6(2), 70–74. <https://doi.org/10.26740/jp.v6n2.p70-74>
- Chan, P., Van Gerven, T., Dubois, J.-L., & Bernaerts, K. (2021). Virtual chemical laboratories: A systematic literature review of research, technologies and instructional design. *Computers and Education Open*, 2, 100053. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2021.100053>
- Darling-Hammond, L., Flook, L., Cook-Harvey, C., Barron, B., & Osher, D. (2020). Implications for educational practice of the science of learning and development. *Applied Developmental Science*, 24(2), 97–140. <https://doi.org/10.1080/10888691.2018.1537791>
- de Haas, H. (2021). A theory of migration: the aspirations-capabilities framework. *Comparative Migration Studies*, 9(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s40878-020-00210-4>
- Fadli, M. R. (2021). Hubungan Filsafat dengan Ilmu Pengetahuan dan Relevansinya Di Era Revolusi Industri 4.0 (Society 5.0). *Jurnal Filsafat*, 31(1), 130. <https://doi.org/10.22146/jf.42521>
- Fitriah, I., & Widiyono, A. (2023). Analisis Kesulitan Pembelajaran Berdiferensiasi pada Materi Bagian Tubuh Tumbuhan di Sekolah Dasar. *Indo-MathEdu Intellectuals Journal*, 4(2), 961–974. <https://doi.org/10.54373/imeij.v4i2.302>
- Galili, I. (2019). Towards a Refined Depiction of Nature of Science. *Science & Education*, 28(3–5), 503–537. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00042-4>
- Guy Schnittka, C. (2023). On Teaching Electricity Through History. *The Science Teacher*, 90(7), 52–59. <https://doi.org/10.1080/00368555.2023.12315970>
- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M. A., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 275–285. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004>.

- Hamed, G., & Aljanazrah, A. (2020). The Effectiveness of Using Virtual Experiments on Students' Learning in the General Physics Lab. *Journal of Information Technology Education: Research*, 19, 977–996. <https://doi.org/10.28945/4668>
- Husna Nashihin, Rani Efendi, & Suci Salmiyatun. (2020). Pemanfaatan Facebook sebagai Media Pembelajaran Pendidikan Agama Islam pada Masa Pandemi COVID-19. *At Turots: Jurnal Pendidikan Islam*, 2(1), 23–37. <https://doi.org/10.51468/jpi.v2i1.24>
- Karimi, P., Rezwana, J., Siddiqui, S., Maher, M. Lou, & Dehbozorgi, N. (2020). Creative sketching partner. *Proceedings of the 25th International Conference on Intelligent User Interfaces*, 221–230. <https://doi.org/10.1145/3377325.3377522>
- Laksono, P., Wicaksono, A., & Habisukan, U. H. (2023). Pendampingan Pemanfaatan Simulasi *PhET* Sebagai Media Interaktif Virtual Laboratorium Di Mts Tarbiyatussibyan. *Jurnal Anugerah*, 4(2), 179–192. <https://doi.org/10.31629/anugerah.v4i2.4843>
- Liana, Y. R., Linuwih, S., & Sulhadi, S. (2020). Internet of Things Based Learning Media with Problem Solving zApproach: Its Effect on Higher Order Thinking Skills. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 9(2), 225–239. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v9i2.6313>
- Ma'ruf, M., Handayani, Y., Marisda, D. H., & Riskawati, R. (2020). The needs analysis of basic physics learning devices based on hybrid learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1422(1), 012029. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1422/1/012029>
- Parnawi, A., & Ahmed Ar Ridho, D. (2023). Peran Guru Pendidikan Agama Islam dalam Menanamkan Nilai-Nilai Moral dan Etika Siswa di SMK Negeri 4 Batam. *Berajah Journal*, 3(1), 167–178. <https://doi.org/10.47353/bj.v3i1.209>
- Saudelli, M. G., Kleiv, R., Davies, J., Jungmark, M., & Mueller, R. (2021). *PhET Simulations* in Undergraduate Physics. *Brock Education Journal*, 31(1). <https://doi.org/10.26522/brocked.v31i1.899>
- Supena, I., Darmuki, A., & Hariyadi, A. (2021). The Influence of 4C (Constructive, Critical, Creativity, Collaborative) Learning Model on Students' Learning Outcomes. *International Journal of Instruction*, 14(3), 873–892. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14351a>
- Yani, L. P., & Widiyatmoko, A. (2023). The Effectiveness of the *PhET*-Assisted Creative Problem Solving Model on Students' Creative Thinking Abilities and Cognitive Learning Outcomes. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 9(2), 146–156. <https://doi.org/10.21831/jipi.v9i2.45902>
- Yustina, Y., Syafii, W., & Vebrianto, R. (2020). The Effects of Blended Learning and Project-Based Learning on Pre-Service Biology Teachers' Creative Thinking Skills through Online Learning in the Covid-19 Pandemic. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(3), 408–420. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i3.24706>
- Abdi, M. U., Mustafa, M., & Pada*, A. U. T. (2021). Penerapan Pendekatan STEM Berbasis Simulasi *PhET* Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 5(3), 209–218. <https://doi.org/10.24815/jipi.v5i3.21774>
- Ahmad, L. S., Dian Utami, Tessa Zerina Naryamastri, & Hari Anggito. (2024). Dampak Pembelajaran Fisika Menggunakan Alat Peraga Venturimeter pada Materi Fluida Dinamis. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru*, 7(1), 222–234. <https://doi.org/10.23887/jippg.v7i1.69230>
- Defianti, A., Hamdani, D., & Syarkowi, A. (2021). Penerapan Metode Praktikum Virtual Berbasis Simulasi *PhET* Berbantuan Guided – Inquiry Module Untuk Meningkatkan Pengetahuan Konten Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Undiksha*, 11(1), 47. <https://doi.org/10.23887/jipf.v11i1.33288>
- Fahriza Fuadiah, N. (2021). Integrasi Literasi Digital dalam Pembelajaran Abad 21. *Jurnal KIBASP (Kajian ...)*, 3(November), 62–65. <https://journal.ipm2kpe.or.id/index.php/KIBASP/article/view/2713>
- Fitri, E., & Sari, P. (2017). Pengaruh K Emampuan P Emahaman K Onsep M Atematika. *Jurnal "Mosharafa"*, 6(2), 25–34.
- Fitria, N., Aziizi, M. K. R., Hardoyo, T., Supriadi, B., Harjianto, A., & Junaidi, M. R. (2023). Penggunaan *PhET Simulation* Untuk Meningkatkan Aktivitas Dan Hasil Belajar Siswa SMP Islam panggul. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 428–438. <https://doi.org/10.37478/optika.v7i2.3394>
- Meiliyadi, L. A. D., Ruhana, B. A., & Khasanah, N. (2023). Pengenalan virtual laboratory berbasis Physics Education Technology (*PhET*).
- Muhajarah, K., & Sulthon, M. (2020). Pengembangan Laboratorium Virtual sebagai Media Pembelajaran: Peluang dan Tantangan. *Justek : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 3(2), 77. <https://doi.org/10.31764/justek.v3i2.3553>
- Rizaldi, D. R., Jufri, A. W., & Jamaluddin, J. (2020). *PhET*: Simulasi Interaktif Dalam Proses Pembelajaran Fisika. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 5(1), 10–14. <https://doi.org/10.29303/jipp.v5i1.103>

- Suryani, A., & Herianti, E. (2023). *Purposive sampling* Technique and Ordinary Least Square Analysis: Investigating the Relationship Between Managerial Overconfidence, Transfer Pricing and Tax Management in Indonesian Stock Exchange-Listed Firms. *International Journal of Professional Business Review*, 8(8), e02684. <https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i8.2684>
- Tanjong, N. K. (2019). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Media. 3(September), 6–10. <https://doi.org/10.29303/goescienceed.v6i1.515>
- Ulfa, S., Sulistyorini, & Dewi, N. R. (2023). Peningkatan Pemahaman Konsep IPA Melalui Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan Media Diorama Kelas Vii Smp Negeri 19 Semarang. *Seminar Nasional IPA XIII*, 312–327. <https://proceeding.unnes.ac.id/index.php/snipa/article/view/2313>.