



## **Efektivitas Aplikasi PhET untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif pada Materi Gelombang Berjalan dan Gelombang Stasioner**

**Maya Agustia Ningsih<sup>1</sup>\*, Nur Islami<sup>2</sup>, Yennita<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Riau, Jl. HR. Soebrantas Pekanbaru Indonesia

\* Korespondensi penulis, e-mail: [mayaagningsih@gmail.com](mailto:mayaagningsih@gmail.com)

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas aplikasi PhET terhadap hasil belajar kognitif siswa pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner. Penelitian ini adalah penelitian kuasi eksperimen dengan desain posttest only control design. Populasi penelitian ini mencakup seluruh siswa kelas XI SMAN 9 Pekanbaru tahun akademis 2022/2023 dengan sampel kelas XI IPA 1 sebagai kelas eksperimen dan XI IPA 3 sebagai kelas kontrol. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah soal pilihan ganda yang berjumlah 25 butir soal. Data hasil penelitian dianalisis dengan uji t jenis independent sample t-test menggunakan bantuan SPSS. Hasil analisis diperoleh nilai signifikansi sebesar  $0,000 < 0,05$  yang berarti terdapat perbedaan hasil belajar kognitif siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Nilai rata-rata kelas eksperimen adalah 81,67 dan nilai rata-rata kelas kontrol adalah 72,22. Rata-rata hasil belajar kognitif siswa yang menggunakan aplikasi PhET dalam pembelajaran fisika pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner lebih tinggi daripada kelas yang melakukan pembelajaran secara konvensional. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam pembelajaran fisika, aplikasi PhET efektif untuk meningkatkan hasil belajar kognitif siswa.

**Kata kunci:** Efektivitas, aplikasi PhET, hasil belajar kognitif, gelombang berjalan, gelombang stasioner

## **The Effectiveness of PhET Application to Improve Cognitive Learning Outcomes on Traveling Waves and Stationary Waves**

**Abstract:** The purpose of this research is to determine the effectiveness of the PhET application on students' cognitive learning outcomes in the topics of traveling waves and stationary waves. This research is a quasi-experimental research with a posttest only control design. The study population consists of all 11<sup>th</sup>-grade students at SMAN 9 Pekanbaru for the 2022/2023 academic year, with the sample of this research is class XI IPA 1 as experimental group and class XI IPA 3 as control group. The instrument that used in this research was multiple choice questions totaling 25 questions. The research data were analyzed using an independent sample t-test conducted with SPSS. The analysis results obtained a significance value of  $0.000 < 0.05$ , indicating significant differences in the cognitive learning outcomes between the experimental class and the control class. The average score for the experimental class is 81.67 while the average score for the control class is 72.22. This suggests that students who used the PhET application in physics learning for traveling waves and stationary waves achieved higher cognitive learning outcomes compared to those in the conventional learning class. Therefore, it can be concluded that in physics learning, the PhET application is effective in improving students' cognitive learning outcomes.

**Keywords:** Effectiveness, PhET application, cognitive learning outcomes, traveling waves, stationary waves.

### **PENDAHULUAN**

Fisika sebagai mata pelajaran di sekolah merupakan bagian dari Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang mampu menjelaskan beragam peristiwa alam yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Peristiwa alam ini dapat dijelaskan melalui sebuah teori, konsep dan hukum fisika sehingga dapat dimengerti oleh akal pikiran manusia. Belajar fisika berarti mempelajari alam beserta berbagai konsep yang ada di dalamnya. Konsep-konsep tersebut dapat bersifat konkret maupun abstrak (Kaniawati, 2017). Fisika merupakan cabang ilmu pengetahuan yang fundamental dan menjadi landasan bagi cabang-cabang ilmu lainnya. Fisika merupakan ilmu eksperimental yang digunakan untuk menemukan prinsip dan pola yang menghubungkan berbagai alam (Hasibuan dan Abidin, 2019). Fisika adalah ilmu yang menjelaskan berbagai gejala fenomena alam, yang memungkinkan penelitian dengan melaksanakan eksperimen, pengukuran, penyajian secara matematis yang berlandaskan kepada prinsip-prinsip umum. Fisika bukan hanya mempelajari teori-teori atau rumus-rumus untuk dihafal, akan tetapi dalam fisika berisi banyak konsep yang perlu dipahami secara mendalam (Saputra et al., 2020).

Hasil belajar merupakan salah satu indikator keberhasilan pembelajaran fisika baik bagi guru maupun bagi siswa. Bagi guru, hasil belajar seorang siswa dapat dijadikan sebagai panduan penilaian terhadap prestasi belajar selama proses pembelajaran. Sementara bagi siswa, hasil belajar memberikan informasi yang berfungsi untuk mengukur sejauh mana kemampuan atau prestasi belajarnya, apakah mengalami perubahan yang bersifat positif atau bersifat negatif (Arista et al., 2019). Menurut Bloom dalam (Saputra et al., 2020)

hasil belajar mencakup seluruh aspek pribadi peserta didik, yaitu kognitif, afektif, dan psikomotor. Penelitian ini memfokuskan pada hasil belajar kognitif siswa.

Banyak faktor yang menentukan kualitas hasil belajar fisika di sekolah. Faktor internal yang berdampak terhadap hasil belajar adalah faktor yang berasal dari diri siswa. Faktor yang berasal dari luar diri siswa disebut dengan faktor eksternal. Salah satu faktor internal yang mempengaruhi hasil belajar adalah minat dan motivasi belajar yang dimiliki siswa. Selain faktor internal, terdapat juga faktor eksternal yang dapat memengaruhi hasil belajar siswa, salah satunya yaitu pemanfaatan media pembelajaran dan metode pembelajaran yang digunakan oleh guru (Astiti et al., 2021). Faktor lain yang menjadi penyebab kesulitan siswa dalam memahami materi fisika adalah pembelajaran yang tidak menitikberatkan peran aktif siswa di kelas (Astalini et al., 2019). Dalam Kurikulum 2013, pembelajaran mengenai gelombang berjalan dan gelombang stasioner dibebankan kepada siswa SMA/MA kelas XI. Melalui Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2018, Kompetensi Dasar (KD) yang dikembangkan menghendaki agar peserta didik mampu menganalisis besaran-besaran fisis gelombang berjalan dan gelombang stasioner pada berbagai kasus nyata. Agar kompetensi tersebut tercapai, maka proses pembelajaran harus berkualitas. Data Puspendik Kemendikbud (2019) menunjukkan bahwa hasil belajar peserta didik pada materi gelombang dan optik yang tercantum sebagai Ujian Nasional menunjukkan presentase jawaban benar hanya sekitar 44,42% dalam skala nasional. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Widiyanto et al., 2018) menunjukkan bahwa pemahaman konsep peserta didik kelas XI IPA MA Darul 'Ulum Jombang pada materi gelombang mekanik berada dalam kategori lemah dengan skor rata-rata sebesar 64,6%. Berdasarkan data-data yang telah dijabarkan, ternyata hasil belajar siswa pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner secara umum masih rendah.

Teknologi dalam perkembangannya mendorong semua elemen pendidikan untuk adaptif dalam menyikapi berbagai macam tantangan dan kendala dalam dunia pendidikan. Perkembangan teknologi di era digital memberikan dampak positif dalam mendukung keberhasilan proses pembelajaran. Teknologi dapat dimanfaatkan untuk memfasilitasi kegiatan pembelajaran di sekolah. Ada berbagai media pembelajaran yang dapat dikembangkan dengan memanfaatkan teknologi untuk mendukung kegiatan belajar mengajar di sekolah. Media pembelajaran tersebut antara lain buku elektronik (ebook), powerpoint, video interaktif, video animasi hingga simulasi virtual. Salah satu dampak dari perkembangan teknologi yang dapat dimanfaatkan dalam bidang pendidikan adalah eksperimen atau simulasi menggunakan laboratorium virtual.

Laboratorium virtual merupakan jenis laboratorium non konvensional dimana kegiatan observasi dan eksperimen dilakukan melalui perangkat lunak yang dijalankan oleh sebuah komputer, semua peralatan yang dibutuhkan untuk laboratorium dapat ditemukan dalam perangkat lunak tersebut. Laboratorium virtual memungkinkan untuk melaksanakan eksperimen yang tidak dapat dilakukan di dalam laboratorium konvensional sekolah. Laboratorium virtual tidak memerlukan infrastruktur fisik seperti bangunan laboratorium, peralatan eksperimen serta alat dan bahan, sehingga risiko interaksi langsung dengan alat dan bahan berbahaya dapat tereliminasi. Eksperimen dengan menggunakan laboratorium virtual memberikan fleksibilitas yang tinggi karena dapat diakses tanpa dibatasi oleh tempat dan waktu, sehingga memiliki potensi untuk dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran (Tangka dan Tani, 2022).

Salah satu laboratorium virtual yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan aplikasi Physics Education Technology (PhET). Aplikasi PhET adalah sebuah perangkat simulasi interaktif yang didasarkan pada penelitian ilmiah. Aplikasi PhET mengintegrasikan hasil penelitian sebelumnya, sehingga siswa dapat mengaitkan fenomena-fenomena alam dalam kehidupan sehari-hari dengan konsep dan prinsip dasar ilmu fisika. Hal ini pada akhirnya dapat meningkatkan minat belajar siswa dan memperdalam pemahaman siswa terhadap ilmu fisika. Aplikasi PhET memiliki kemampuan untuk memvisualisasikan materi fisika yang bersifat mikroskopis atau tidak terlihat oleh mata manusia seperti foton, medan listrik, medan magnet, atom, dan juga elektron. Aplikasi ini juga menyediakan berbagai alat-alat ukur layaknya di laboratorium konvensional sebagai penunjang bagi siswa untuk mengeksplorasi secara kuantitatif seperti mistar, neraca, stopwatch, termometer, dan lain-lain (Amala et al., 2020). Melalui pemanfaatan aplikasi simulasi interaktif seperti PhET, diharapkan siswa dapat dengan efektif memahami, menyerap dan memperoleh gambaran yang lebih mendalam tentang berbagai fenomena fisika yang diamati. Siswa kemudian mampu membangun logika hubungan sebab-akibat yang konkret antara berbagai representasi fenomena fisika yang berkaitan satu sama lain (Abdul dan Ntobuo, 2018).

Pembelajaran fisika di SMAN 9 Pekanbaru pada materi gelombang telah menggunakan beberapa metode pembelajaran seperti metode ceramah dan diskusi. Walaupun guru telah menerapkan beberapa metode pembelajaran, ternyata hasil belajar fisika dari siswa SMAN 9 Pekanbaru kelas XI masih belum memuaskan. Selain itu, meskipun guru telah menerapkan metode pembelajaran yang dapat membuat siswa lebih aktif, ternyata masih banyak ditemukan siswa yang cenderung tidak bersemangat, tidak aktif, dan tidak

bersinergi dalam proses pembelajaran. Dalam pembelajaran fisika, media pembelajaran yang paling sering digunakan oleh guru adalah media papan tulis untuk menerangkan rumus-rumus, dan buku mata pelajaran.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan di MAN 1 Singkawang oleh (Arista et al., 2019), diperoleh kesimpulan bahwa hasil belajar fisika siswa yang menggunakan simulasi virtual berbantuan aplikasi PhET tergolong tinggi dan efektivitasnya dalam meningkatkan hasil belajar fisika siswa masuk dalam kategori tinggi. Penelitian lain yang dilakukan oleh (Saputra et al. 2020) di SMAN 1 Kediri Kabupaten Lombok Barat, menunjukkan adanya pengaruh penggunaan aplikasi PhET terhadap hasil belajar siswa. Sejalan dengan itu, hasil penelitian yang dilakukan oleh (Hikmah et al., 2017) didapatkan bahwa aplikasi PhET berpengaruh terhadap pemahaman konsep siswa.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi PhET memungkinkan membuat proses pembelajaran menjadi lebih efektif sehingga dapat meningkatkan hasil belajar kognitif siswa. Aplikasi PhET juga dapat dijadikan alternatif untuk tetap bisa melakukan eksperimen fisika. Siswa dapat melakukan eksperimen dimanapun dan kapanpun sesuai kebutuhannya. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui efektivitas aplikasi PhET dalam meningkatkan hasil belajar kognitif siswa pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner.

## METODE

Penelitian ini adalah sebuah penelitian kuasi eksperimen (eksperimen semu) dengan menggunakan desain posttest only control design. Penggunaan desain ini dilakukan tanpa tes awal (pretest) pada kedua kelas. Peneliti hanya melakukan tes akhir (posttest). Desain penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1 (Rukminingsih et al., 2020).

Tabel 1. Desain posttest only control design

Kelompok	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	X	Y2
Kontrol	-	Y2

Kelas eksperimen diberi perlakuan berupa pembelajaran fisika dengan menggunakan aplikasi PhET, dan kelas kontrol tidak diberi perlakuan atau pembelajaran dilakukan secara konvensional. Setelah pembelajaran selesai, kemudian kedua kelas diberikan tes akhir (posttest) pada kedua kelas. Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun akademis 2022/2023 di SMAN 9 Pekanbaru. Populasi yang menjadi subjek penelitian ini mencakup seluruh siswa kelas XI IPA SMAN 9. Untuk memastikan bahwa keadaan awal siswa sama, dilakukan dengan melihat rata-rata nilai ulangan harian siswa. Dua kelas dengan rata-rata nilai ulangan harian yang mendekati sama dipilih sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kemudian data nilai ulangan harian tersebut dilakukan uji normalitas dan uji homogenitas untuk memastikan data kedua kelas terdistribusi secara normal dan homogen. Penentuan kelas mana yang akan menjadi kelas eksperimen dan kelas kontrol dilakukan secara acak, sehingga didapatkan bahwa kelas XI IPA 1 yang berjumlah 36 siswa merupakan kelas eksperimen dan kelas XI IPA 3 yang berjumlah 36 merupakan kelas kontrol.

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemberian tes hasil belajar kognitif berupa tes akhir (posttest). Instrumen penelitian ini berbentuk soal pilihan ganda sebanyak 25 buah soal tes kemampuan kognitif. Soal terdiri atas 1 butir soal C1 (mengingat), 2 butir soal C2 (memahami), 13 butir soal C3 (mengaplikasikan), 6 butir soal C4 (menganalisis) dan 3 butir soal C5 (mengevaluasi). Nilai yang diperoleh dari tes hasil belajar diklasifikasikan menjadi lima kategori yaitu sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah dan sangat rendah. Tabel 2 merupakan tabel kriteria pengelompokan nilai hasil belajar kognitif siswa (Ratumanan dan Laurens, 2015).

Tabel 2. Kriteria pengelompokan nilai

Interval	Kriteria
$x \geq 90$	Sangat Tinggi
$75 \leq x < 90$	Tinggi
$60 \leq x < 75$	Sedang
$40 \leq x < 60$	Rendah
$x < 40$	Sangat Rendah

Efektivitas aplikasi PhET dianalisis menggunakan uji t jenis independent sample t-test, dengan uji prasyarat yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Uji normalitas bertujuan untuk melihat normal atau

tidaknya data hasil penelitian. Uji homogenitas digunakan untuk mengetahui apakah data bersifat homogen (memiliki varians yang sama). Kriteria pengambilan kesimpulan padapenelitian ini adalah apabila terdapat perbedaan hasil belajar kognitif siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol, yaitu jika nilai signifikansi pada uji t adalah nilai signifikansi (2-tailed)  $< 0.05$ . Aplikasi PhET dikatakan efektif untuk meningkatkan hasil belajar kognitif siswa apabila mean score (nilai rata-rata) hasil belajar siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi daripada mean score (nilai rata-rata) pada kelas kontrol.

## HASIL PENELITIAN

Hasil belajar kognitif siswa merupakan nilai yang diperoleh siswa dari posttest yang dilaksanakan setelah siswa mengikuti pembelajaran di sekolah. Hasil pengukuran deskriptif hasil belajar disajikan dalam tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis deskriptif hasil belajar kognitif

Kelas	N	Minimum	Maksimum	Mean (Rata-Rata)	Standar Deviasi
Kontrol	36	60	80	72,22	6,339
Eksperimen	36	72	92	81,67	6,297

Berdasarkan tabel 3 diketahui terdapat perbedaan nilai rata-rata dari kedua kelas. Nilai rata-rata kelas eksperimen adalah 81,67 dan nilai rata-rata kelas kontrol adalah 72,22. Nilai rata-rata kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol.

Hasil belajar kognitif siswa dapat dikategorikan menjadi lima kategori, yaitu sangat tinggi, tinggi, sedang, rendah dan sangat rendah. Kategori hasil belajar kognitif siswa pada kelas kontrol dan kelas eksperimen disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Kategori hasil belajar kognitif

Kategori	Kelas Kontrol (%)	Kelas Eksperimen (%)
Sangat Tinggi	0	11,11
Tinggi	41,67	72,22
Sedang	58,33	16,67
Rendah	0	0
Sangat Rendah	0	0

Pada kelas kontrol sebanyak 0% siswa memiliki hasil belajar sangat tinggi, 41,67% siswa memiliki hasil belajar tinggi, 58,33% siswa memiliki hasil belajar sedang, dan 0% siswa memiliki hasil belajar rendah dan sangat rendah. Pada kelas eksperimen sebanyak 11,11% siswa memiliki hasil belajar sangat tinggi, 72,22% siswa memiliki hasil belajar tinggi, 16,67% siswa memiliki hasil belajar sedang, dan 0% siswa memiliki hasil belajar rendah dan sangat rendah.

Adapun analisis kemampuan kognitif siswa pada butir soal yang telah diberikan meliputi kemampuan kognitif pada ranah taksonomi Bloom revisi Anderson dan Krathwohl. Kemampuan kognitif siswa terdiri dari 6 tahapan yang meliputi C1 (mengingat), C2 (memahami), C3 (mengaplikasikan), C4 (menganalisis), C5 (mengevaluasi), dan C6 (mencipta). Adapun dalam penelitian ini, tingkatan yang diujikan hanya sampai tingkat C5 (mengevaluasi). Kemampuan kognitif siswa pada kelas kontrol dan eksperimen pada masing-masing tingkatan kognitif disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Presentase kemampuan kognitif siswa

Level Kognitif	Kelas Kontrol		Kelas Eksperimen	
	Presentase (%)	Kategori	Presentase (%)	Kategori
C1	100	Sangat tinggi	97,22	Sangat tinggi
C2	62,5	Sedang	93,06	Sangat tinggi
C3	72,44	Sedang	78,63	Tinggi
C4	79,17	Tinggi	85,65	Tinggi
C5	54,63	Rendah	74,07	Sedang
Rata-rata (%)	73,75	Sedang	85,73	Tinggi



Secara keseluruhan kelas eksperimen memiliki kemampuan kognitif yang lebih baik dari kelas kontrol. Rata-rata presentase kelas eksperimen memiliki kemampuan kognitif pada kategori tinggi dan kelas kontrol memiliki kemampuan kognitif kategori sedang.

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui bahwa data terdistribusi normal pada setiap kelas, baik kelas kontrol maupun eksperimen. Uji normalitas dilakukan dengan bantuan SPSS versi 22 menggunakan uji Kolgomorov-Smirnov. Hasil uji normalitas didapatkan nilai signifikansi (sig.) untuk kelas kontrol adalah 0,68 dan pada kelas eksperimen sebesar 0,055. Nilai signifikansi kedua kelas adalah  $> 0,05$ . Hal ini menunjukkan bahwa distribusi data nilai posttest pada kedua kelas adalah normal.

Uji homogenitas data posttest dilakukan untuk mengetahui apakah data bersifat homogen. Uji homogenitas bertujuan untuk menunjukkan bahwa dua kelompok sampel diambil dari populasi yang memiliki varians yang sama. Uji homogenitas dilakukan dengan bantuan SPSS versi 22 menggunakan uji Levene. Hasil uji homogenitas diperoleh nilai signifikansi (sig.) pada based on mean adalah 0,929. Hasil yang diperoleh sig. based on mean  $0,929 > 0,05$ . Artinya data nilai posttest bersifat homogen atau kedua kelas memiliki varians yang sama.

Hasil analisis uji normalitas dan homogenitas didapatkan bahwa data posttest terdistribusi normal dan homogen. Maka, data tersebut selanjutnya diuji dengan uji t untuk melihat apakah terdapat perbedaan hasil belajar kognitif siswa pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Penelitian ini dilakukan pada dua sampel independen, sehingga uji t yang digunakan adalah uji t jenis independent sample t-test. Uji independent sample t-test dilakukan dengan menggunakan bantuan SPSS versi 22.

Berdasarkan hasil uji t diperoleh nilai signifikansi (2-tailed) adalah 0,000, yang mana  $0,000 < 0,05$ . Hal ini berarti terdapat perbedaan hasil belajar kognitif siswa antara kelas eksperimen yang melaksanakan pembelajaran menggunakan aplikasi PhET dan kelas kontrol yang melaksanakan pembelajaran secara konvensional. Hasil skor rata-rata (mean score) kelas eksperimen lebih tinggi dari kelas kontrol, sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi PhET dalam pembelajaran fisika efektif untuk meningkatkan hasil belajar kognitif siswa pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner kelas XI SMAN 9 Pekanbaru.

## PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas aplikasi PhET dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan hasil belajar kognitif siswa pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner kelas XI SMAN 9 Pekanbaru. Penelitian dilakukan pada dua kelas sampel yaitu kelas XI IPA 3 sebagai kelas kontrol dan kelas XI IPA 1 sebagai kelas eksperimen. Pada kelas kontrol pembelajaran dilakukan secara konvensional, sedangkan pada kelas eksperimen pembelajaran dilakukan dengan menggunakan aplikasi PhET. Setelah dilakukan pembelajaran, kedua kelas kemudian diberi posttest untuk mengukur hasil belajar kognitif siswa. Analisis yang digunakan dalam penelitian ini merupakan analisis deskriptif dan inferensial. Hasil analisis deskriptif dapat menggambarkan data secara umum. Analisis inferensial dilakukan untuk menguji hipotesis yang dapat digunakan untuk menjawab rumusan masalah dalam penelitian. Keefektifan aplikasi PhET dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan hasil belajar kognitif ditinjau dari perbandingan nilai rata-rata hasil belajar kognitif pada kelas kontrol dan eksperimen.

Hasil belajar adalah kemampuan yang dimiliki siswa setelah mengikuti proses pembelajaran. Esensi dari hasil belajar siswa pada hakikatnya merupakan perubahan perilaku setelah melalui proses pembelajaran. Perubahan ini dapat dimaknai sebagai terjadinya peningkatan dan perkembangan yang lebih baik, dari yang sebelumnya tidak memiliki pengetahuan menjadi memiliki pengetahuan (Rachmawati et al., 2021) Tingkah laku sebagai hasil belajar dalam pengertian luas mencakup bidang kognitif, efektif dan psikomotorik (Asriyadin et al., 2018). Data hasil belajar kognitif siswa diperoleh dari hasil nilai posttest materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner. Hasil posttest pada kedua kelas menunjukkan bahwa hasil belajar kognitif siswa pada kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol.

Tujuan kognitif berfokus pada kemampuan berpikir, mencakup yang lebih dasar, yaitu mengingat sampai pada memecahkan masalah yang menuntut peserta didik untuk mengaitkan dan menggabungkan gagasan, metode atau prosedur yang telah dipelajari sebelumnya untuk memecahkan masalah tersebut (Bunga et al., 2021). Secara keseluruhan kelas eksperimen memiliki rata-rata presentase kemampuan kognitif yang lebih tinggi dari kelas kontrol pada tiap-tiap ranah kognitif. Kelas eksperimen memiliki presentase kemampuan kognitif lebih tinggi dari kelas kontrol pada ranah C2 (memahami), C3 (mengaplikasikan), C4 (menganalisis) dan C5 (mengevaluasi). Presentase kemampuan kognitif kelas kontrol lebih unggul dari kelas eksperimen hanya pada ranah C1 (mengingat). Meskipun demikian, perbedaan presentase kelas eksperimen dan kelas kontrol pada ranah mengingat tidak begitu signifikan, hanya 2,78% saja.

Hasil uji normalitas pada kedua kelas didapatkan nilai signifikansi 0,68 pada kelas kontrol dan 0,055 pada kelas eksperimen. Nilai signifikansi pada kedua kelas  $> 0,05$ , maka data terdistribusi normal pada kedua

kelas. Hasil uji homogenitas menunjukkan nilai signifikansi sebesar  $0,929 > 0,05$ , maka data homogen. Hasil uji statistik uji independent sample t-test, didapatkan nilai signifikansi 2-tailed  $0,00$ . Nilai ini lebih kecil dari  $0,05$ . Hasil uji t menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar kognitif siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Berdasarkan data diketahui mean score kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol, sehingga dapat disimpulkan bahwa aplikasi PhET dalam pembelajaran fisika dinilai efektif untuk meningkatkan hasil belajar kognitif siswa.

Uraian di atas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil belajar kognitif siswa antara kelas yang menggunakan aplikasi PhET dalam pembelajaran fisika dengan kelas yang melakukan pembelajaran konvensional. Kelas yang menggunakan aplikasi PhET dalam pembelajaran fisika memiliki rata-rata hasil belajar kognitif yang lebih tinggi daripada kelas yang melakukan pembelajaran konvensional. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Martanti et al. 2021), nilai rata-rata pada kelas yang melaksanakan pembelajaran menggunakan aplikasi PhET lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rata-rata kelas yang melaksanakan pembelajaran secara konvensional. Penelitian lainnya adalah penelitian yang dilakukan oleh (Saputra et al., 2020) dan (Ritonga dan Gumolung, 2021). Kedua penelitian tersebut meneliti pengaruh aplikasi PhET terhadap hasil belajar siswa. Hasil dari kedua penelitian tersebut sama-sama menunjukkan bahwa rata-rata hasil belajar siswa pada kelas yang melaksanakan pembelajaran menggunakan aplikasi PhET lebih tinggi dari kelas kontrol. Perbedaan nilai rata-rata ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh dari perbedaan perlakuan pada proses pembelajaran fisika terhadap hasil belajar kognitif siswa. Hal ini terjadi karena proses pembelajaran menggunakan aplikasi PhET menjadi lebih aktif. Siswa tidak hanya menerima informasi dan mendengar materi pembelajaran dari guru, tetapi juga dapat melihat dan mencoba sendiri media yang digunakan dalam proses pembelajaran.

Kemampuan kognitif siswa yang menggunakan aplikasi PhET dalam pembelajaran fisika memiliki presentase rata-rata yang lebih tinggi daripada kelas yang menggunakan pembelajaran konvensional pada masing-masing ranah kognitif. Aplikasi PhET dapat membuat suatu animasi dari konsep fisika yang abstrak dapat dilihat dan diamati. Selain itu, aplikasi PhET juga memiliki alat-alat ukur di dalamnya seperti penggaris dan stopwatch, sehingga simulasi atau eksperimen yang terdapat dalam aplikasi PhET sangat interaktif. Aplikasi PhET dapat dimanfaatkan untuk memudahkan pemahaman tentang konsep-konsep fisika yang bersifat abstrak. Media pembelajaran menggunakan aplikasi PhET dapat dijadikan media alternatif dalam meningkatkan kemampuan kognitif siswa (Asriyadin et al., 2018).

Hipotesis menyatakan bahwa aplikasi PhET efektif untuk meningkatkan hasil belajar kognitif siswa dan dapat dibuktikan dengan nilai signifikansi 2-tailed pada uji independent sample t-test sebesar  $0,00 < 0,05$  dan mean score kelas eksperimen yang lebih tinggi dari kelas kontrol. Aplikasi PhET dalam pembelajaran fisika efektif untuk meningkatkan hasil belajar kognitif siswa pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner kelas XI SMAN 9 Pekanbaru. Pernyataan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Amala et al., 2020), pembelajaran IPA dengan menggunakan aplikasi PhET disertai LKS efektif untuk meningkatkan hasil belajar pada kategori sedang. Penelitian yang dilakukan oleh (Arista et al., 2019) juga menunjukkan bahwa media simulasi virtual (aplikasi PhET) dalam pembelajaran langsung efektif untuk meningkatkan hasil belajar siswa dan tergolong dalam kategori tinggi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis menunjukkan terdapat perbedaan hasil belajar kognitif siswa antara kelas yang menggunakan aplikasi PhET dalam pembelajaran fisika dengan kelas yang melakukan pembelajaran konvensional. Rata-rata hasil belajar kognitif siswa yang menggunakan aplikasi PhET dalam pembelajaran fisika pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner lebih tinggi daripada kelas yang melakukan pembelajaran secara konvensional. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dalam pembelajaran fisika, aplikasi PhET efektif untuk meningkatkan hasil belajar kognitif siswa pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner kelas XI SMAN 9 Pekanbaru. Peneliti merekomendasikan kepada guru-guru untuk melaksanakan pembelajaran menggunakan aplikasi PhET sebagai alternatif media pembelajaran di sekolah khususnya pada materi gelombang berjalan dan gelombang stasioner kelas XI SMA.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdjul, T., & Ntobuo, N. E. (2018). Buku Ajar Pembelajaran Fisika Berbasis Virtual-Lab. Gorontalo: Universitas Negeri Gorontalo Press.
- Amala, I. A., Indrawati, & Wicaksono, I. (2020). Efektivitas Aplikasi PhET Disertai LKS Materi Gerak dan Gaya untuk Pembelajaran IPA di SMP. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 5(2), 85–91. <https://doi.org/10.22437/edufisika.v5i02.9960>
- Arista, S., Darmawan, H., & Nurussaniah. (2019). Efektivitas Penggunaan Media Simulasi Virtual untuk Gerak Harmonis Sederhana Di Singkawang. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan MIPA dan*

- Teknologi, 1(1), 88–96.
- Asriyadin, Puspitasari, I., & Susilawati, E. (2018). Pengaruh Penggunaan Software Phet Sebagai Media Pembelajaran terhadap Hasil Belajar Fisika Ditinjau dari Kemampuan Awal Siswa Kelas X IPA SMA Negeri 1 Palibelo Tahun Ajaran 2017/2018. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 8(1), 29–38. <https://doi.org/10.37630/jpm.v8i1.48>
- Astalini, Darmaji, Ri Antoni, C., & Susanti, N. (2019). Studi Penggunaan PhET Interactive Simulations dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Riset dan Kajian Pendidikan Fisika*, 6(2), 71–75. <https://doi.org/10.12928/jrpkpf.v6i2.14202>
- Astiti, N. D., Mahadewi, L. P. P., & Suarjana, I. M. (2021). Faktor Yang Mempengaruhi Hasil Belajar IPA. *Jurnal Mimbar Ilmu*, 26(2), 193–203. Diambil dari <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/MI>
- Bunga, S., Khaeruddin, & Yani, A. (2021). Analisis Hasil Belajar yang Diajar Menggunakan Simulasi PhET (Physics Education Technology) Pada Peserta Didik Kelas XI IPA di SMA Negeri 8 Luwu Timur. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 17(3), 162–169. <https://doi.org/10.35580/jspf.v17i3.15716>
- Hasibuan, F. A., & Abidin, J. (2019). Upaya Peningkatan Pemahaman Konsep Fisika Mahasiswa Melalui Media Pembelajaran Berbasis PhET Simulation. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 102–108. Diambil dari <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/jpf/article/view/14454/pdf>
- Hikmah, N., Saridewi, N., & Agung, S. (2017). Penerapan Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)*, 2(2), 186–195. <https://doi.org/10.30870/EDUCHEMIA.V2I2.1608>
- Kaniawati, I. (2017). Pengaruh Simulasi Komputer Terhadap Peningkatan Penguasaan Konsep Impuls-Momentum Siswa SMA. *Jurnal Pembelajaran Sains*, 1(1), 24–26. Diambil dari <http://journal2.um.ac.id/index.php/jpsi/article/view/637/790>
- Martanti, N., Malika, E. R., & Setyaningsih, A. (2021). Pengaruh Metode Pembelajaran Eksperimen Virtual Menggunakan PhET Terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa. *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi*, 5(1), 83–92.
- Rachmawati, D. W., Ghozali, M. I. Al, & Nasution, B. (2021). *Teori dan Konsep Pedagogik*. Bandung: Penerbit Insania.
- Ratumanan, & Laurens. (2015). *Penilaian Hasil Belajar Pada Tingkat Satuan Pendidikan Edisi Ke 3*. Yogyakarta: Pensil Komunika.
- Ritonga, P. I. A., & Gumolung, D. (2021). Pengaruh Penggunaan Simulasi Virtual Laboratorium PhET (Physics Education Technology) Terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Geometri Molekul di MAN 1 Bitung. *Jurnal Oxygenius*, 3(2), 81–87.
- Rukminingsih, Gunawan, A., & Latief, M. A. (2020). *Metode Penelitian Pendidikan Penelitian Kuantitatif, Penelitian Kualitatif, Penelitian Tindakan Kelas*. Yogyakarta: Erhaka Utama.
- Saputra, R., Susilawati, S., & Verawati, N. N. S. P. (2020). Pengaruh Penggunaan Media Simulasi Phet (Physics Education Technology) Terhadap Hasil Belajar Fisika. *Jurnal Pijar Mipa*, 15(2), 110–115. <https://doi.org/10.29303/jpm.v15i2.1459>
- Tangka, G., & Tani, D. (2022). Penerapan Media Pembelajaran Laboratorium Virtual Berbasis PhET pada Materi Larutan Asam Basa di SMA N 1 Likupang. *Jurnal Oxygenius*, 4(1), 17–22. <https://doi.org/10.37033/ojce.v4i1.348>
- Widiyanto, A., Sujarwanto, E., & Prihaningtyas, S. (2018). Analisis Pemahaman Konsep Peserta Didik dengan Instrumen Four Tier Diagnostic Test pada Materi Gelombang Mekanik. *Prosiding Seminar Nasional Multidisiplin*, 1(1), 138–146.