

## IMPLEMENTASI MODEL PEMBELAJARAN *OPEN-ENDED PROBLEM* BERBANTUAN MEDIA PHET UNTUK MENINGKATKAN HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK DI SMA NEGERI 2 TAMBANG

Dian Andarini<sup>1</sup>, Ernidawati<sup>2</sup>, Azhar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Author [Address:dian.andarini0987@student.unri.ac.id](mailto:dian.andarini0987@student.unri.ac.id)

<sup>123</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Riau, Riau, Indonesia

Received: 12 Oktober 2025

Revised: 20 Oktober 2025

Accepted: 18 November 2025

**Abstract:** *The low cognitive learning outcomes of students on Newton's laws is a problem that needs to be addressed immediately in the physics learning process. This study aims to describe the application of the Open-Ended Problem learning model assisted by PhET media to improve students' cognitive learning outcomes and to determine the differences in students' cognitive learning outcomes by applying the Open-Ended Problem learning model assisted by PhET media with conventional learning on Newton's laws at SMA Negeri 2 Tambang. The research method used is quasi-experimental with data collection techniques in the form of a posttest. The sample in this study consisted of 2 classes including class XI.2 as the experimental class and XI.1 as the control class. The analysis techniques used are instrument analysis, descriptive analysis and inferential analysis. The results of the study using instrument analysis showed that there were 20 valid questions with a reliability of 0.743 included in the high/good category. Descriptive analysis showed that the experimental class obtained an average cognitive learning outcome of 72.14 with a good category while the control class obtained an average cognitive learning outcome of 65.85 with a fairly good category. The results of the inferential analysis in the hypothesis test obtained a value of 0.040 with the condition  $p < 0.05$ , which means there was a significant improve in students' cognitive learning outcomes between classes that implemented the Open-Ended Problem learning model assisted by PhET media compared to classes that implemented conventional learning models on Newton's law material.*

**Keywords:** *Open-Ended Problem, PhET, Cognitive Learning Outcomes, Newton's Laws*

**Abstrak:** *Rendahnya hasil belajar kognitif peserta didik pada materi hukum Newton menjadi permasalahan yang perlu segera ditangani dalam proses pembelajaran fisika. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan penerapan model pembelajaran Open-Ended Problem berbantuan media PhET untuk meningkatkan hasil belajar kognitif peserta didik dan untuk mengetahui perbedaan hasil belajar kognitif peserta didik dengan menerapkan model pembelajaran Open-Ended Problem berbantuan media PhET dengan pembelajaran konvensional pada materi hukum Newton di SMA Negeri 2 Tambang. Metode penelitian yang digunakan yaitu quasi experimental dengan teknik pengumpulan data berupa posttest. Sampel dalam penelitian ini terdiri dari 2 kelas meliputi kelas XI.2 sebagai kelas eksperimen dan XI.1 sebagai kelas kontrol. Teknik analisis yang digunakan berupa analisis instrumen, analisis deskriptif dan analisis inferensial. Hasil penelitian menggunakan analisis istrumen terdapat 20 soal yang valid dengan reliabelnya sebesar 0,743 termasuk dalam kategori tinggi/baik. Analisis deskriptif menunjukkan bahwa kelas eksperimen memperoleh rata-rata hasil belajar kognitif sebesar 72,14 dengan kategori baik sedangkan pada kelas kontrol memperoleh rata-rata hasil belajar kognitif sebesar 65,85 dengan kategori cukup baik. Hasil analisis inferensial dalam uji hipotesis memperoleh nilai sebesar 0,040 dengan syarat  $p < 0,05$ , yang artinya terdapat peningkatan yang signifikan hasil belajar kognitif peserta didik antara kelas yang menerapkan model pembelajaran Open-Ended Problem berbantuan media PhET dibandingkan dengan kelas yang menerapkan model pembelajaran konvensional pada materi hukum Newton.*

**Kata kunci:** *Open-Ended Problem, PhET, Hasil Belajar Kognitif, Hukum Newton*

## **LATAR BELAKANG**

Pendidikan merupakan salah satu sarana yang berfungsi untuk membangun suatu bangsa dalam mewujudkan cita-citanya, yaitu mencerdaskan seluruh aspek kehidupan yang dimiliki suatu bangsa. Menurut Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia dalam (Marsuki & Habibah, 2020) Pendidikan tidak pernah bisa dipisahkan dari proses belajar dan mengajar. Belajar merupakan usaha sadar individu untuk mencapai tujuan atau pengetahuan tertentu guna menuai perubahan ke arah yang lebih baik. Pembelajaran dan proses belajar juga merupakan indikator yang tidak dapat dipisahkan antara keduanya. Pendidikan tidak dapat dipisahkan dari proses pembelajaran, terutama dalam bidang sains seperti fisika. Menurut Puspita dalam (Marsuki & Habibah, 2020) sains merupakan suatu ilmu yang melatih siswa untuk memecahkan permasalahan dalam pembelajaran, kemudian dikaitkan dengan pengetahuan yang dimilikinya. Fisika mempelajari fenomena alam melalui serangkaian proses ilmiah, mulai dari observasi, merumuskan masalah dan hipotesis, melakukan eksperimen, hingga menarik kesimpulan dan menemukan teori serta konsep (Ernidawati, Ulfa, et al., 2024).

Menurut Supradi dalam (Niyanti et al., 2022) pelajaran fisika melibatkan studi tentang fenomena alam dan interaksinya, dengan menekankan pemahaman fakta, konsep, prinsip, hukum, dan rumus yang harus divalidasi melalui penyelidikan ilmiah seperti observasi dan eksperimen. Proses pembelajaran ini juga membutuhkan pengembangan sikap ilmiah—rasa ingin tahu, keterbukaan, kejujuran, dan berpikir kritis (Ernidawati, Azhar et al., 2025). Hukum Newton tentang gerak adalah salah satu materi fisika yang dianggap sulit oleh peserta didik. Peserta didik menilai materi tersebut mudah dihafal rumusnya, namun sulit diterapkan dalam bentuk soal yang berkaitan dengan pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari yang menandakan peserta didik belum dapat mengaitkan konsep hukum dalam kehidupan sehari-hari (Santoso & Madlazim, 2020). Berkenaan dengan sifat materi pembelajaran yang sulit, maka hal ini yang menyebabkan rendahnya hasil belajar peserta didik.

Berdasarkan hasil wawancara dan observasi yang telah dilakukan peneliti ke sekolah dengan guru Fisika SMA Negeri 2 Tambang, peneliti memperoleh informasi bahwa hasil belajar siswa pada aspek kognitif terutama pada materi hukum newton masih tergolong rendah. Hal ini ditunjukkan dari nilai UH (ulangan harian) rata-rata presentase jumlah peserta kelas XI yang memperoleh nilai  $\leq 70$  untuk materi hukum Newton pada semester ganjil Tahun Ajaran 2024/2025 adalah 55% dari 40 orang peserta didik. Selama pembelajaran guru sering menggunakan model *Direct Instruction*, di mana guru berperan aktif memberikan materi secara langsung dan sistematis, sementara siswa lebih banyak mendengarkan dan menerima informasi tanpa banyak kesempatan untuk berinteraksi, bereksperimen, atau mengaitkan materi dengan

kehidupan sehari-hari mereka. Kegiatan eksperimen dalam pembelajaran fisika memiliki peran motivasional dalam pembelajaran, memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengembangkan sejumlah keterampilan, dan meningkatkan kualitas hasil belajar siswa (Azhar, 2013). Hal ini menyebabkan rendahnya minat belajar siswa dan pemahaman konsep yang dangkal, karena pembelajaran cenderung mengarah pada hafalan rumus tanpa pengaplikasian konsep secara mendalam. Hal ini menyebabkan belajar terasa membosankan dan motivasi belajar siswa menjadi lebih rendah serta siswa menjadi lebih pasif. Hal ini mengakibatkan minat belajar siswa masih rendah terhadap pelajaran fisika khususnya pada materi hukum Newton.

Upaya meningkatkan hasil belajar fisika siswa khususnya pada materi hukum Newton diperlukan inovasi pembelajaran yang lebih berpusat pada siswa dan melibatkan mereka secara aktif. Salah satu alternatif pembelajaran yang dapat digunakan adalah model pembelajaran *Open-Ended Problem*. Model pembelajaran *open-ended problem* merupakan suatu pendekatan pembelajaran yang menyajikan tentang suatu permasalahan yang mempunyai strategi-strategi dan metode penyelesaiannya secara terbuka (Kartikasari et al., 2022). Keunggulan model *open-ended problem* yaitu: 1) Siswa berpartisipasi lebih aktif dalam pembelajaran dan sering mengekspresikan ide, 2) Siswa memiliki kesempatan lebih banyak dalam memanfaatkan pengetahuan dan keterampilan matematis secara komprehensif, 3) Siswa dengan kemampuan fisika rendah dapat merespon permasalahan dengan cara mereka sendiri, 4) Siswa secara intrinsik termotivasi untuk memberikan bukti atau penjelasan, 5) Siswa memiliki pengalaman banyak untuk menemukan sesuatu dalam menjawab permasalahan (Irianti et al., n.d.). Guru dapat menciptakan suasana pembelajaran agar semua siswa merasa senang mengikuti pembelajaran dengan memanfaatkan teknik-teknik mengajar dan dengan bantuan berbagai media atau alat peraga pembelajaran (Ernidawati, Ma'aruf, et al., 2024).

Keberhasilan Indonesia dalam meningkatkan pengetahuan di era Pendidikan 4.0 ditentukan oleh kualitas guru. Guru harus memiliki keahlian, mampu beradaptasi dengan teknologi baru, dan siap menghadapi tantangan global. Oleh karena itu, sekolah harus mempersiapkan diri untuk literasi baru dan literasi data dalam pendidikan, yaitu kemampuan membaca, menganalisis, dan menggunakan informasi dari data di dunia digital. Selain itu, guru harus mampu menggunakan media pembelajaran digital dan menilai hasil belajar siswa dengan baik (Azhar, 2022). Menurut (Darmawan & Dwijayati, 2019) selain menerapkan model pembelajaran yang sesuai, ada hal yang perlu diperhatikan lagi yaitu memilih media pembelajaran yang sesuai. Salah satu media pembelajaran elektronik yang dapat diterapkan dalam proses pembelajaran di kelas yaitu *media Physics Education and Technology* (PhET). PhET merupakan salah satu media simulasi

interaktif berbentuk laboratorium virtual yang memuat materi Biologi, Fisika, Kimia, dan Kebumihan yang dibuat oleh University of Colorado Amerika Serikat (Roosyanti, 2022). Simulasi PhET berbentuk virtual laboratory yang membantu siswa dalam melakukan eksperimen secara tidak langsung. Selain itu simulasi PhET dapat memvisualisasikan materi abstrak melalui penganimasian benda-benda di kehidupan nyata dengan dihubungkan ke pengetahuan. Selain digunakan sebagai praktikum, simulasi PhET juga merupakan salah satu inovasi dalam teknologi pembelajaran fisika yang menyediakan gambar dan berbagai animasi interaktif dan menyenangkan sehingga dapat memotivasi peserta didik dalam proses kegiatan pembelajaran. Hasil penelitian sebelumnya tentang model pembelajaran *Open-Ended Problem* berbantuan media PhET dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sisi Rensi Djami pada tahun 2020, diperoleh hasil penelitian bahwa penggunaan model pembelajaran *Open-Ended Problem* memberikan nilai yang lebih baik dan dapat meningkatkan motivasi dan prestasi belajar fisika. Penelitian selanjutnya oleh E Revvina pada tahun 2023, Penerapan Pembelajaran Fisika Berbasis Media Laboratorium Virtual PheT Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas XI SMA diperoleh kesimpulan bahwa penerapan pembelajaran menggunakan media laboratorium virtual PheT secara signifikan mencapai ketuntasan hasil belajar siswa fisika kelas XI SMA. Sehingga, melalui penerapan pembelajaran model pembelajaran *Open Ended-Problem* berbantuan media PhET pada materi hukum Newton, diharapkan terciptanya pembelajaran yang lebih interaktif, dan sesuai dengan kebutuhan siswa di era digital. Dengan memanfaatkan teknologi informasi yang semakin canggih diharapkan dapat mendukung proses pembelajaran, serta memiliki pengaruh terhadap hasil belajar peserta didik. Berdasarkan penjelasan diatas penulis tertarik untuk meneliti “Implementasi Model Pembelajaran *Open-Ended Problem* Berbantuan Media PhET Sebagai Upaya Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik Di SMA Negeri 2 Tambang Pada Materi Hukum Newton”.

Adapun untuk rumusan masalah dan tujuan pada penelitian ini untuk mengetahui bagaimana hasil belajar peserta didik dengan penerapan model pembelajaran *open-ended problem* berbantuan media phet di SMA Negeri 2 Tambang dan apakah ada peningkatan yang signifikan antara hasil belajar peserta didik setelah menerapkan model pembelajaran *open-ended problem* berbantuan media phet dibandingkan dengan kelas yang menerapkan pembelajaran konvensional di SMA Negeri 2 Tambang.

## METODE PENELITIAN

### Jenis Penelitian

Jenis penelitian eksperimen yang digunakan yaitu bentuk *quasi experiment*. Pada dasarnya *quasi experiment* sama seperti eksperimen murni, yang berbeda adalah dalam pengontrolan variabel yang dilakukan terhadap satu variabel yang dipandang paling dominan. Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Posttest Only, Nonequivalent Control Grup Design*. Dalam desain ini terdapat satu kelompok yang diberi treatment (perlakuan) model pembelajaran *Open-Ended Problem* dan satu kelompok yang tidak diberi perlakuan atau disebut kelompok kontrol yang selanjutnya akan dilihat peningkatan hasil belajar kedua kelompok tersebut (treatment adalah sebagai variabel independen dan hasil belajar sebagai variabel dependen). Subjek penelitian dilakukan satu kali tes pengukuran yaitu tes terakhir (post test). Desain penelitian disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1** Model *Posttest Only Control Grup Design*

Kelas	Perlakuan	Nilai <i>Posttest</i>
Eksperimen	X <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>
Kontrol	-	O <sub>2</sub>

Sumber : (Setyanto A, 2018)

### Populasi Dan Sampel

#### 1. Populasi

Populasi pada penelitian ini adalah peserta didik kelas XI IPA SMA Negeri 2 Tambang Tahun Ajaran 2025/2026 yang terdiri dari 4 kelas. Untuk mempermudah pembacaan data populasi dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2** Populasi Peserta Didik Kelas XI IPA SMA Negeri 2 Tambang

No.	Kelas	Jumlah Peserta Didik
1.	XI. 1	46
2.	XI. 2	46
3.	XI. 6	40
4.	XI. 7	40
Total		172

Sumber : (Data Sekolah SMA Negeri 2 Tambang)

#### 2. Sampel

Penentuan sampel pada penelitian dilakukan dengan uji normalitas dan uji homogenitas nilai ulangan pada materi sebelumnya yang merupakan prasyarat sebelum melakukan penelitian dengan menggunakan teknik *Kolmogorov Smirnov*. Untuk penentuan kelas eksperimen dan kelas kontrol dilakukan dengan cara acak melalui undian, sehingga didapatkan kelompok yang terdistribusi normal dengan kelas yang digunakan sebagai kelompok eksperimen adalah kelas

XI.2 dan kelompok kontrol adalah kelas XI.1 dengan jumlah 92 orang peserta didik. Diperoleh signifikansi kelompok eksperimen 0,200 yang artinya nilai signifikansi kelompok eksperimen  $\geq 0,05$  (data terdistribusi normal). Pada kelompok kontrol diperoleh nilai signifikansi 0,146  $\geq 0,05$  yang artinya nilai kelompok kontrol juga terdistribusi secara normal. Dari data yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa nilai kedua kelompok terdistribusi secara normal sehingga memenuhi syarat perbandingan. Kemudian data dianalisis dan didapatkan nilai signifikansi 0,456  $\geq 0,05$ , artinya kedua kelompok memiliki varians yang homogen, maka dapat disimpulkan bahwa kelas XI.1 dan XI.2 memenuhi persyaratan untuk dibandingkan karena kedua kelas terdistribusi secara normal dan homogen.

### **Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini adalah teknik tes/pemberian tes, dimana data dikumpulkan dengan cara memberikan *posttest* (tes kemampuan kognitif) pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pemberian *posttest* kepada peserta didik dilakukan setelah proses pembelajaran dengan model pembelajaran *Open-Ended Problem* berbantuan PhET pada kelas eksperimen dan pembelajaran konvensional pada kelas kontrol dengan soal yang sama. Data yang diperoleh merupakan data primer yang langsung diperoleh dari penelitian yang dilakukan.

### **Instrumen Penelitian**

Penelitian ini memiliki satu instrumen sebagai alat untuk mengambil data penelitian. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah tes kemampuan kognitif yang berbentuk pilihan ganda dengan 5 opsi jawaban pada materi hukum Newton. Tes kemampuan kognitif ini terdiri dari 20 soal yang sudah valid dan reliabel mencakup ranah kognitif menurut Taksonomi Bloom revisi yang terdiri dari C1 hingga C6. Profil tes kemampuan kognitif peserta didik materi hukum Newton ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3** Profil Tes Kemampuan Kognitif Materi Hukum Newton

No	Ranah Kognitif	Jumlah Soal
1	C1	5
2	C2	3
3	C3	4
4	C4	3
5	C5	3
6	C6	2
Total		20

Sumber : (Data Yang Sudah Valid Dan Reliabel)

## Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini merupakan data kuantitatif berupa skor hasil belajar kognitif peserta didik. Teknik analisis data ialah cara yang digunakan untuk mengolah data agar dapat disajikan informasi dari penelitian yang dilaksanakan. Analisis terhadap data penelitian dilakukan bertujuan untuk menguji kebenaran hipotesis yang diajukan dalam penelitian. Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah teknik analisis instrumen penelitian, analisis deskriptif, dan teknik analisis inferensial.

### 1. Analisis Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat ukur yang digunakan dalam rangka pengumpulan data agar pekerjaannya lebih mudah dan hasilnya lebih baik, dalam arti lebih cermat, lengkap, dan sistematis sehingga lebih mudah diolah. Kegiatan pengujian instrumen perangkat pembelajaran meliputi dua hal, yaitu uji validitas dan reliabilitas. Uji validitas dan uji reliabilitas diperlukan sebagai upaya memaksimalkan kualitas alat ukur agar kecenderungan keliru dapat diminimalkan.

#### a. Uji Validitas

Validitas validitas adalah suatu alat ukur yang menunjukkan bahwa variabel yang diukur memang benar-benar variabel yang hendak diteliti oleh peneliti (Arsi, 2021). Uji validitas pada penelitian ini menggunakan SPSS'23 dan uji validitas untuk pilihan ganda menggunakan teknik analisis *Korelasi Point Biserial*. Suatu soal dikatakan valid apabila  $r_{hitung} > r_{tabel}$  (Supriadi, 2021).

#### b. Uji Realiabilitas

Menguji reliabilitas dilakukan untuk mengukur sejauh mana pengukuran dari suatu tes tetap konsisten setelah dilakukan berulang-ulang terhadap subjek dan dalam kondisi yang sama. Dalam krirerianya, reliabilitas dapat diterima jika memiliki nilai  $> 0,70$  (Alfiatunnisa et al., 2022). Untuk mencari reabilitas seluruh tes maka digunakan rumus Kuder Richardson dengan KR-21 dengan menggunakan aplikasi SPSS'23. Jika  $r_{hitung} > r_{tabel}$  maka dapat dinyatakan bahwa soal tersebut reliabel. Menurut (Supriadi, 2021), angka korelasi uji reliabilitas dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4** Angka Korelasi Uji Reliabilitas

Angka Korelasi	Makna
0.800 - 1.000	Sangat tinggi / Sangat baik
0.600 - 0.800	Tinggi / Baik
0.400 - 0.600	Cukup
0.200 - 0.400	Rendah
0.100 - 0.200	Sangat Rendah

Sumber : (Supriadi, 2021)

## 2. Analisis Deskriptif Penelitian

Analisis statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi (Muhson, 2021). Analisis deskriptif yang dimaksud dalam penelitian ini untuk memberikan gambaran tentang hasil belajar peserta didik SMA Negeri 2 Tambang pada kelompok yang menerapkan pembelajaran fisika dengan model pembelajaran *Open-Ended Problem* berbantuan media PhET maupun kelompok peserta didik yang menerapkan pembelajaran konvensional.

Hasil belajar kognitif peserta didik dianalisis melalui perhitungan rata-rata persentase skor yang diperoleh peserta didik. Skor yang diperoleh peserta didik dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Hasil belajar kognitif} = \frac{\text{Jumlah soal benar}}{\text{Jumlah soal salah}} \times 100 \quad (1)$$

Apabila nilai hasil belajar kognitif sudah didapatkan, maka untuk mengetahui tingkat kemampuan kognitif peserta didik dikelompokkan menjadi empat kriteria. Kriteria hasil belajar kognitif peserta didik dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4** Kriteria Hasil Belajar Kognitif Peserta Didik

Interval (%)	Kategori Hasil Belajar Kognitif
$85 \leq x \leq 100$	Sangat
$70 \leq x \leq 84$	Baik Baik
$50 \leq x \leq 69$	Cukup Baik
$0 \leq x \leq 49$	Kurang Baik

Sumber : (Depdiknas, 2008)

## 3. Analisis Inferensial

Analisis inferensial dilakukan untuk mengetahui perbedaan hasil belajar peserta didik setelah diterapkan model pembelajaran *Open-Ended Problem* berbantuan media PhET melalui uji hipotesis. Sebelum melakukan uji hipotesis dilakukan uji prasyarat terlebih dahulu yaitu uji normalitas dan homogenitas.

### a. Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan uji statistik untuk melihat normal tidaknya suatu distribusi data. Uji normalitas pada penelitian ini dilakukan menggunakan teknik *kolmogrov smirnov* dengan bantuan SPSS. Uji *kolmogrov smirnov* ini digunakan untuk menguji apakah dua sampel berasal dari populasi-populasi yang mempunyai distribusi yang sama atau berbeda (Sianturi, 2025). Data yang diuji adalah data primer yaitu data *posttest* hasil belajar kognitif peserta didik ada materi hukum Newton. Kriteria pengujian normalitas adalah sebagai berikut :

- 1) Jika signifikan,  $p \geq 0,05$  maka data terdistribusi normal
- 2) Jika signifikan,  $p < 0,05$  maka data tidak terdistribusi normal

b. Uji Homogenitas

Uji homogenitas merupakan suatu uji yang dilakukan untuk melihat kedua kelas yang diteliti homogen atau tidak. Adapun kriterianya adalah sebagai berikut:

- 1) Jika signifikan,  $p \geq 0,05$  maka data terdistribusi homogen
- 2) Jika signifikan,  $p < 0,05$  maka data tidak terdistribusi homogen

c. Uji Hipotesis

Apabila uji prasayarat telah dilakukan dan terbukti bahwa data-data yang diolah berdistribusi normal dan homogen, maka dilanjutkan uji hipotesis. Pengujian hipotesis pada penelitian ini menggunakan uji *Independent T-Test* yang digunakan untuk mengetahui perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, dengan hipotesis sebagai berikut :

Ho = Tidak ada peningkatan signifikan hasil belajar kognitif peserta didik antara kelas yang menerapkan model pembelajaran *Open-Ended Problem* berbantuan media PhET dengan pembelajaran konvensional pada Kelas XI SMA Negeri 2 Tambang.

Ha = Terdapat peningkatan signifikan hasil belajar kognitif peserta didik antara kelas yang menerapkan model *Open-Ended Problem* berbantuan media PhET dengan pembelajaran konvensional pada Kelas XI SMA Negeri 2 Tambang.

Kriteria pengambilan keputusan pada penelitian ini berdasarkan analisis inferensial adalah:

- 1) Jika signifikan,  $p \geq 0.05$  maka  $H_0$  diterima. Artinya tidak terdapat peningkatan yang signifikan pada hasil belajar kognitif peserta didik antara kelas yang menerapkan model pembelajaran *Open-Ended Problem* berbantuan media PhET dengan kelas yang menerapkan pembelajaran konvensional pada materi hukum Newton.
- 2) Jika signifikan,  $p < 0.05$  maka  $H_0$  ditolak. Artinya terdapat peningkatan yang signifikan pada hasil belajar kognitif peserta didik antara kelas yang menerapkan model pembelajaran *Open-Ended Problem* berbantuan media PhET dengan kelas yang menerapkan pembelajaran konvensional pada materi hukum Newton.

Apabila analisis telah dilakukan, maka akan ditarik kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan. Apabila skor rata-rata hasil *posttest* pada kelas yang menerapkan model pembelajaran *Open-Ended Problem* berbantuan media PhET lebih tinggi dari pada kelas yang menerapkan pembelajaran konvensional, maka dapat disimpulkan bahwa adanya peningkatan hasil belajar kognitif peserta didik setelah diterapkan model pembelajaran *Open-Ended Problem* berbantuan media PhET.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Analisis Instrumen Penelitian

Analisis instrumen pada penelitian terdiri dari uji validitas dan uji reliabilitas yang bisa diaplikasikan dalam SPSS versi 23.

#### 1. Uji Validitas

Uji validitas yang digunakan untuk mengukur validitas dari suatu instrumen penelitian. Instrumen yang valid dapat digunakan untuk pengambilan data penelitian. Sebaliknya instrumen yang tidak valid, tidak dapat digunakan dalam pengambilan data. Hasil uji validitas ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 5** Hasil Uji Validitas Instrumen Penelitian

Item Soal	Level Kongnitif	$r_{hitung}$	$r_{tabel}$	Keterangan
1	C1	,387	,361	Valid
2	C1	,423	,361	Valid
3	C1	,580	,361	Valid
4	C2	,018	,361	Tidak Valid
5	C2	,507	,361	Valid
6	C2	,690	,361	Valid
7	C3	,492	,361	Valid
8	C3	,691	,361	Valid
9	C3	,563	,361	Valid
10	C3	,218	,361	Tidak Valid
11	C4	,288	,361	Tidak Valid
12	C4	,423	,361	Valid
13	C4	,153	,361	Tidak Valid
14	C4	,386	,361	Valid
15	C5	,551	,361	Valid
16	C5	,528	,361	Valid
17	C5	,474	,361	Valid
18	C6	,685	,361	Valid
19	C6	,353	,361	Tidak Valid
20	C6	,054	,361	Tidak Valid
21	C1	,611	,361	Valid
22	C1	,481	,361	Valid
23	C2	,576	,361	Valid
24	C2	,170	,361	Tidak Valid
25	C3	,464	,361	Valid
26	C4	,548	,361	Valid
27	C5	,139	,361	Tidak Valid
28	C5	,111	,361	Tidak Valid
29	C6	,430	,361	Valid
30	C6	,242	,361	Tidak Valid

Sumber : (Data Olahan SPSS'23)

Berdasarkan Tabel 6 didapatkan bahwa suatu soal dikatakan valid apabila  $r_{hitung} > r_{tabel}$ . Untuk mencari nilai  $r_{tabel}$ . Pada penelitian ini, siswa yang telah mengerjakan soal uji coba berjumlah 30 siswa, dimana taraf signifikansi yang digunakan adalah 5% sehingga  $r_{tabel}$  sebesar 0,361. Dari 30 soal, terdapat 20 soal yang nilainya  $> 0,361$  dan dinyatakan valid. Seluruh soal yang valid ini akan di uji lagi dengan uji reliabilitas. Adapun sebaran soal yang valid dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6** Sebaran Soal Valid Yang Akan Diuji Reliabilitas

Butir Soal	Level Kognitif	Jumlah Soal
1,2,3,21,22	C1	5
5,6,23	C2	3
7,8,9,25	C3	4
12,14,26	C4	3
15,16,17	C5	3
18,29	C6	2
Jumlah		20

Sumber : (Data Olahan SPSS'23)

## 2. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas bertujuan untuk mengetahui sejauh mana suatu instrumen pengukuran dapat memberikan hasil yang konsisten dan stabil apabila digunakan dalam kondisi yang relatif sama. Uji reliabilitas pada penelitian ini menggunakan SPSS dengan metode *Kuder Richardson Formula 21* (KR-21), dimana instrumen berbentuk tes pilihan ganda dengan skor dikotomis atau hanya memiliki dua kemungkinan nilai (benar = 1, salah = 0) . Perhitungan uji reliabilitas dilakukan menggunakan program SPSS dan diperoleh nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,743. Menurut (Supriadi, 2021) , jika skor reliabilitas berkisar 0.600-0.800 maka reabilitas instrumen termasuk dalam kategori tinggi/baik. Artinya instrumen tes memiliki konsistensi internal yang baik dan layak digunakan dalam penelitian ini.

## Hasil Analisis Deskriptif Penelitian

Analisis deskriptif pada penelitian ini digunakan peneliti untuk mendapatkan gambaran sejauh mana kemampuan kognitif peserta didik pada materi hukum Newton di kelas XI IPA SMA Negeri 2 Tambang, baik pada kelas eksperimen yang menerapkan model pembelajaran *Open-Ended Problem* berbantuan media PhET maupun kelas kontrol dengan pembelajaran secara konvensional. Berikut skor *posttest* hasil belajar kognitif peserta didik materi hukum Newton peserta didik per indikator kelas XI IPA SMA Negeri 2 Tambang dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7** Analisis Kemampuan Kongnitif Peserta Didik Per Indikator

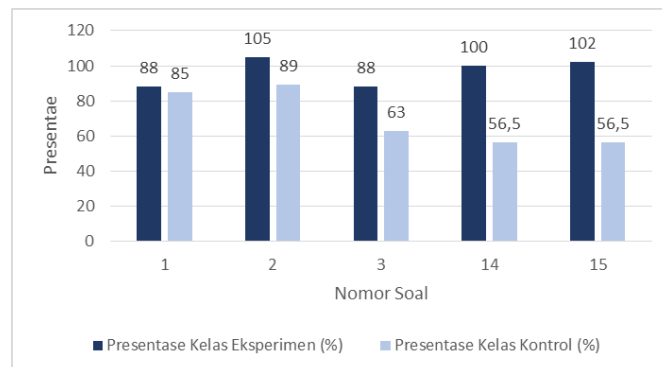
No	Indikator Kongnitif	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
		Post-Test	Kategori	Post-Test	Kategori
1	C1 (Mengingat)	80,00	Baik	76,59	Baik
2	C2 (Memahami)	75,40	Baik	74,80	Baik
3	C3 (Mengaplikasikan)	72,02	Baik	63,41	Cukup Baik
4	C4 (Menganalisis)	71,43	Baik	60,16	Cukup Baik
5	C5 (Mengevaluasi)	63,49	Cukup Baik	56,10	Cukup Baik
6	C6 (Mencipta)	61,90	Cukup Baik	53,66	Cukup Baik
Rata – Rata Kategori		72,14	Baik	65,85	Cukup Baik

Tabel 7 merupakan data skor kemampuan kognitif peserta didik kedua kelas yakni kelas eksperimen yang menerapkan model pembelajaran *Open-Ended Problem* berbantuan media PhET dan kelas kontrol yang menerapkan pembelajaran secara konvensional. Pada tiap indikator, terdapat perbedaan skor rata-rata kemampuan kognitif peserta didik. Kemampuan kognitif pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Pada kelas eksperimen diperoleh skor rata-rata sebesar 72,14 dengan kategori baik. Kemudian pada kelas kontrol diperoleh skor rata-rata sebesar 65,85 dengan kategori cukup baik. Berdasarkan perolehan skor rata-rata kelas tersebut, dapat dilihat bahwa kemampuan kognitif kelas eksperimen lebih baik dari pada kelas kontrol.

Indikator hasil belajar kognitif siswa berdasarkan indikator tes taksonomi Bloom terdiri dari enam indikator. Adapun penjelasan mengenai hasil belajar kognitif siswa untuk setiap indikator adalah sebagai berikut:

1. Mengingat (C1)

Mengingat merupakan proses kognitif yang paling rendah tingkatannya. Untuk mengkondisikan agar "mengingat" bisa menjadi bagian belajar bermakna, tugas mengingat harus dikaitkan dengan aspek pengetahuan yang lebih luas dan bukan sebagai suatu yang lepas dan terisolasi (Istiyono & Winarti, 2020).

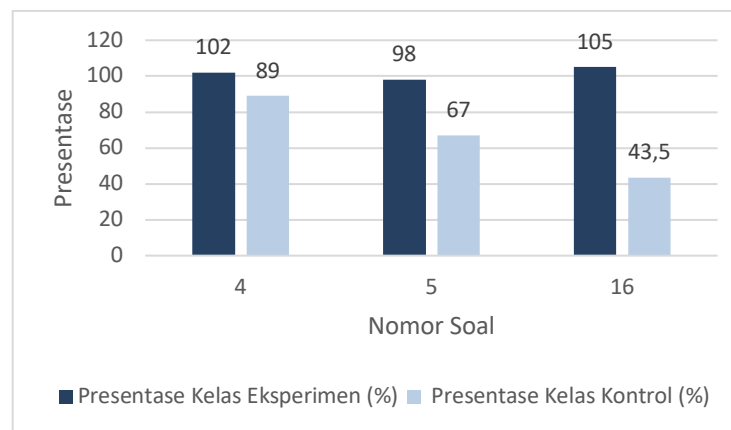


Gambar 1 Pencapaian Tingkat Kesulitan Mengingat (C1)

Berdasarkan data hasil penelitian, indikator mengingat ini memiliki skor rata-rata *posttest* yang lebih tinggi dari pada indikator lainnya. Tingginya nilai rata-rata indikator mengingat (C1) pada kelas eksperimen dibandingkan kelas kontrol pada penelitian ini disebabkan karena menggunakan model pembelajaran *Open-Ended Problem* berbantuan media PhET. Hal ini sejalan dengan penelitian (Lestari, N., Hartono, Y., 2021) yang menyatakan bahwa model pembelajaran *Open-Ended Problem* dalam pembelajaran menunjukkan peningkatan pada hasil belajar peserta didik, ditemukan peningkatan hasil belajar peserta didik, salah satunya ranah mengingat (C1) setelah melakukan kegiatan pembelajaran.

## 2. Memahami (C2)

Memahami merupakan kemampuan seseorang membangun makna atau memaknai pesan pembelajaran, termasuk dari apa yang diucapkan, dituliskan, dan digambar serta mengerti suatu masalah setelah mengingat informasi yang terkait dengan masalah tersebut, sehingga tingkat memahami lebih tinggi dibandingkan sekadar mengingat (Nafiati, 2021).



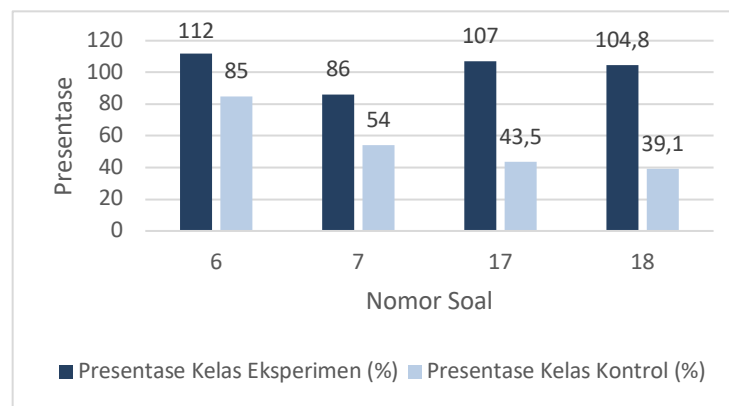
Gambar 2 Pencapaian Tingkat Kesulitan Memahami (C2)

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat pencapaian peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk soal tingkat kesulitan memahami memiliki perbedaan pencapaian hasil begitu jauh, hal ini dikarenakan meningkatnya pemahaman peserta didik setelah dilakukan pembelajaran dengan model *Open-Ended Problem* berbantuan media PhET. Hal ini sejalan dengan penelitian (Ningsih & Islami, 2023) yang menyatakan bahwa penerapan media PhET dalam pembelajaran menunjukkan peningkatan pada hasil belajar peserta didik, ditemukan peningkatan hasil belajar peserta didik, salah satunya ranah memahami (C2). Peserta didik lebih mudah memahami materi pembelajaran dengan adanya media interaktif seperti PhET. Selain itu sejalan dengan hasil penelitian oleh (Banda & Nzabahimana, 2023) media PhET dinilai efektif karena karakteristik dan mekanisme pembelajarannya yang mampu memfasilitasi proses kognitif secara optimal. PhET berbasis pada teori konstruktivisme, di mana peserta didik aktif

membangun sendiri pengetahuannya melalui eksplorasi dan observasi hasil secara langsung. Visualisasi konsep-konsep fisika yang abstrak menjadi konkret melalui animasi interaktif membantu siswa memahami hubungan sebab-akibat secara lebih mendalam.

### 3. Mengaplikasikan (C3)

Pertanyaan penerapan mencakup penggunaan suatu prosedur guna menyelesaikan masalah atau mengerjakan tugas. Oleh karena itu, menyelesaikan berkaitan erat dengan pengetahuan prosedural. Namun tidak berarti bahwa ini hanya sesuai untuk pengetahuan prosedural. Kategori ini mencakup dua macam proses kognitif, yaitu menjalankan dan mengimplementasikan (Istiyono & Winarti, 2020).

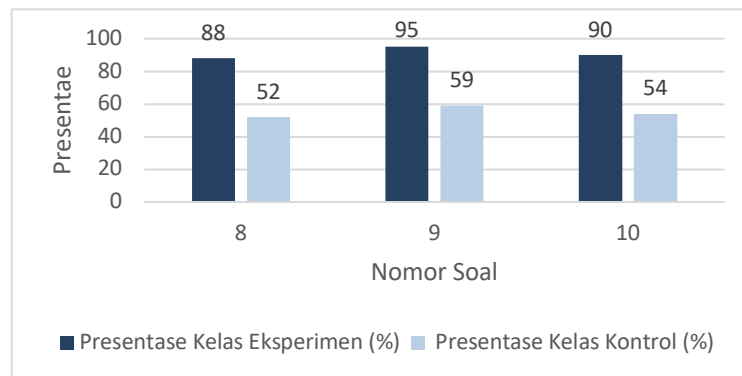


Gambar 3 Pencapaian Tingkat Kesulitan Mengaplikasi (C3)

Perbandingan skor kelas eksperimen dengan kelas kontrol tinggi. Meskipun soal tergolong tiga tingkat lebih sulit. Namun, skor pada kelas eksperimen lebih unggul karena peserta didik telah melakukan percobaan menggunakan media PhET pada saat pembelajaran dilakukan. Hal ini sejalan dengan temuan (Agustika et al., 2021) yang menyatakan bahwa pendekatan kontekstual dalam pembelajaran menunjukkan peningkatan pada hasil belajar peserta didik, ditemukan peningkatan hasil belajar peserta didik, salah satunya ranah *applying* setelah memberikan soal latihan.

### 4. Menganalisis (C4)

Menganalisis didefinisikan sebagai penggunaan informasi untuk mengklasifikasi, mengelompokkan, menentukan hubungan suatu informasi dengan informasi lain, antara fakta dan konsep, argumentasi dan kesimpulan (Nafiati, 2021). Secara keseluruhan pada tingkat kesulitan soal C4 pada penelitian ini, penilaian pada kelas eksperimen lebih tinggi dari pada kelas kontrol. Perbedaan hasil belajar kognitif antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol pada tingkat kesulitan soal C4 cukup jauh.

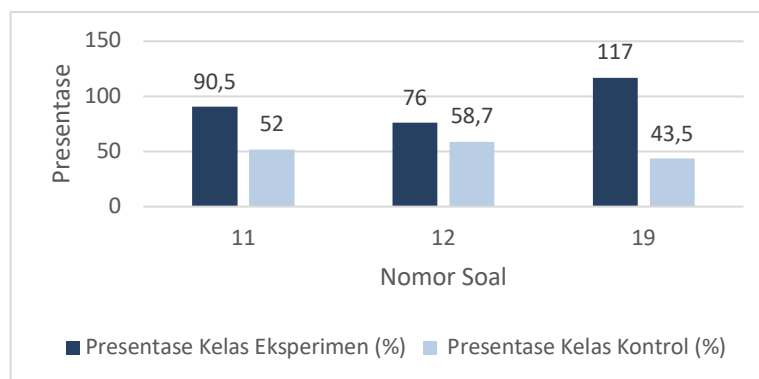


Gambar 4 Pencapaian Tingkat Kesulitan Menganalisis (C4)

Hal ini disebabkan tingkat pemahaman siswa yang merata karena penggunaan model pembelajaran *Open-Ended Problem* berbantuan media PhET dapat meningkatkan kemampuan menganalisis (C4) peserta didik. Hal ini sejalan dengan temuan (Yogi Rizky Pratama, 2020) yang menyatakan bahwa dengan menerapkan model pembelajaran *Open-Ended Problem* dalam pembelajaran menunjukkan peningkatan pada hasil belajar peserta didik, ditemukan peningkatan hasil belajar peserta didik, salah satunya ranah menganalisis (C4) khususnya pada tahapan model pembelajaran *Open-Ended Problem* yang pertama yaitu menganalisis permasalahan yang berkaitan dengan materi pembelajaran.

#### 5. Mengevaluasi (C5)

Mengevaluasi berarti memberikan penilaian berdasarkan kriteria dan standar yang telah ditetapkan. Penilaian biasanya didasarkan pada aspek seperti kualitas, efektivitas, efisiensi, dan konsistensi. Proses evaluasi mencakup kegiatan memeriksa (*checking*) dan memberikan kritik (*critiquing*) (Astuti, 2021: 86).



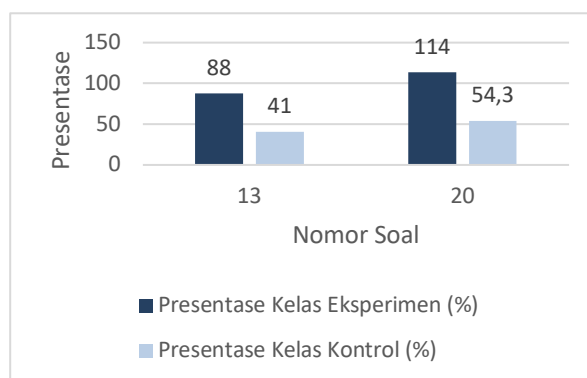
Gambar 5 Pencapaian Tingkat Kesulitan Mengevaluasi (C5)

Berdasarkan gambar 5 hasil belajar kognitif memiliki tingkat kesenjangan yang lumayan jauh. Hal ini diakibatkan siswa tidak pernah menyelesaikan soal dengan tingkat kesulitan C5. Namun setelah melakukan pembelajaran dengan model *Open-Ended Problem* berbantuan media

PhET dan melatih siswa pada soal-soal dengan tingkat kesulitan C5. Soal tersebut mengarah kepada penguasaan materi, penerapan, dan analisis serta kehati-hatian dalam memilih jawaban. Hal ini sejalan dengan temuan (Suriyani, 2015) yang menyatakan bahwa model pembelajaran *Open-Ended Problem* dalam pembelajaran menunjukkan peningkatan pada hasil belajar peserta didik, ditemukan peningkatan hasil belajar peserta didik, salah satunya ranah mengevaluasi (C5) setelah melakukan kegiatan pembelajaran.

#### 6. Mencipta (C6)

Mencipta adalah menggabungkan beberapa unsur menjadi suatu bentuk kesatuan. Ada tiga macam proses kognitif yang tergolong dalam kategori ini, yaitu membuat, merencanakan, dan memproduksi mengkritik (Istiyono & Winarti, 2020).



Gambar 6 Pencapaian Tingkat Kesulitan Mencipta (C6)

Secara keseluruhan pada tingkat kesulitan soal C6, perbedaan hasil belajar kognitif antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol pada tingkat kesulitan soal C6 cukup jauh. Hal ini disebabkan tingkat pemahaman siswa yang merata karena penggunaan model pembelajaran *Open Ended Problem* berbantuan media PhET dapat meningkatkan kemampuan mencipta (C6) peserta didik. Hal ini sejalan dengan temuan (Yogi Rizky Pratama, 2020) yang menyatakan bahwa dengan menerapkan model pembelajaran *Open-Ended Problem* dalam pembelajaran menunjukkan peningkatan pada hasil belajar peserta didik, ditemukan peningkatan hasil belajar peserta didik, salah satunya ranah menganalisis (C6) pada kegiatan pembelajaran.

### Hasil Analisis Inferensial Penelitian

Analisis inferensial pada penelitian ini menggunakan SPSS versi 23. Analisis inferensial yang digunakan terdiri dari uji normalitas, uji homogenitas, dan uji hipotesis. Berikut penjelasan rinci terkait 3 uji tersebut.

#### 1. Uji Normalitas

Uji normalitas data menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* untuk data *posttest* pada kedua kelas. Berikut hasil uji normalitas berdasarkan nilai *posttest* kedua kelas dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8** Uji Normalitas *Posttest*

		df	sig
Nilai <i>Posttest</i> Hukum Newton	Eksperimen	42	,055
	Kontrol	41	,200*

Sumber : (Data Olahan SPSS'23)

Berdasarkan Tabel 8, diperoleh bahwa untuk kelas eksperimen didapatkan signifikansi sebesar 0,055 yang artinya nilai signifikansinya  $\geq 0,05$  menyatakan bahwa data kelas eksperimen terdistribusi normal. Kemudian, untuk kelas kontrol didapatkan nilai signifikansi sebesar ,200\*  $\geq 0,05$  yang menyatakan bahwa data kelas kontrol juga terdistribusi normal. Dengan demikian, maka dapat disimpulkan bahwa data hasil *posttest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol terdistribusi normal.

## 2. Uji Homogenitas

Tahapan selanjutnya pada analisis inferensial, yakni uji homogenitas. Setelah sebelumnya diketahui bahwa data terdistribusi normal, maka selanjutnya dilakukan uji homogenitas pada data hasil *posttest* kemampuan kognitif kedua kelas untuk mengetahui apakah variansi data yang diperoleh pada kelas eksperimen dan kontrol sama atau tidak. Uji homogenitas menggunakan uji *Levene*. Hasil uji *Levene* dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9** Uji Homogenitas *Posttest*

<i>Levene Statistic</i>	f	Sig.
Nilai <i>Posttest</i> Hukum Newton	,466	,497

Sumber : (Data Olahan SPSS'23)

Berdasarkan uji homogenitas, didapatkan signifikansi sebesar 0,497 yang artinya nilai signifikansinya  $< 0,05$  yang menyatakan bahwa data kelas eksperimen dan kelas kontrol tidak homogen secara keseluruhan.

## 3. Uji Hipotesis

Uji hipotesis pada penelitian ini menggunakan metode parametrik uji-t, yakni *Independent Sample T-test*. Pengujian hipotesis ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat peningkatan yang signifikan terhadap hasil belajar kognitif peserta didik antara kelas eksperimen yang menerapkan model pembelajaran *Open-Ended Problem* berbantuan media PhET pada materi hukum Newton dan kelas kontrol yang menerapkan pembelajaran secara konvensional. Berikut hasil uji-t dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 10** Uji *Independent Sample T-Test*

	t	df	Sig. (2-tailed)
Nilai <i>Posttest</i> Hukum Newton	2,085	79,893	,040

Sumber : (Data Olahan SPSS'23)

Berdasarkan hasil *output* dari *Independent Sample T-test* diperoleh nilai signifikansi (Sig.2-tailed) pada kolom *equal variances not assumed* sebesar 0,40. Dengan demikian, merujuk pada ketentuan pengambilan keputusan, jika signifikansi ( $p$ ) < 0,05 maka  $H_0$  ditolak, artinya terdapat peningkatan yang signifikan terhadap hasil belajar kognitif peserta didik antara kelas yang menerapkan model pembelajaran *Open-Ended Problem* berbantuan media PHET pada materi hukum Newton dibandingkan kelas yang menerapkan pembelajaran secara konvensional pada materi hukum Newton di kelas XI SMA Negeri 2 Tambang. Hasil peningkatan disebabkan oleh keterlibatan aktif siswa dalam menemukan konsep dan simulasi PhET yang membantu pemahaman abstrak pada materi hukum Newton.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan model pembelajaran *Open-Ended Problem* berbantuan media PhET pada materi Hukum Newton menghasilkan peningkatan hasil belajar kognitif yang signifikan dibandingkan pembelajaran konvensional. Hal ini terlihat dari skor rata-rata kemampuan kognitif peserta didik pada kelas eksperimen yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Secara statistik, perbedaan tersebut menunjukkan bahwa penggunaan kombinasi model *Open-Ended Problem* dan media PhET memiliki pengaruh nyata terhadap peningkatan pemahaman konsep fisika, khususnya dalam materi yang bersifat konseptual dan aplikatif seperti Hukum Newton.

Hasil dari penelitian ini mengimplikasikan bahwa integrasi model *Open-Ended Problem* dengan media PhET dapat menjadi strategi pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan keterlibatan dan kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam pelajaran fisika. Melalui kegiatan eksplorasi terbuka dan simulasi interaktif, peserta didik terdorong untuk menganalisis, menalar, dan menemukan konsep fisika secara mandiri. Pendekatan ini juga mampu mengatasi kendala keterbatasan laboratorium fisika konvensional, karena media PhET menyediakan lingkungan eksperimen virtual yang menarik, aman, dan mudah diakses. Dengan demikian, guru fisika dapat menjadikan model ini sebagai alternatif inovatif dalam meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar.

## **SARAN**

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar rancangan penelitian dikembangkan dengan desain pretest-posttest control group agar pengukuran peningkatan hasil belajar lebih komprehensif. Peneliti juga dapat menambahkan variabel lain, seperti motivasi belajar, keterampilan berpikir

kritis, atau sikap ilmiah, guna mengetahui sejauh mana penggunaan model *Open-Ended Problem* berbantuan PhET berpengaruh terhadap aspek afektif dan psikomotorik peserta didik. Selain itu, perlu dilakukan penelitian dengan konteks materi fisika yang berbeda atau pada jenjang pendidikan lain, guna menguji konsistensi efektivitas model dan media ini dalam meningkatkan kualitas pembelajaran sains secara lebih luas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustika, H., Maulidiya, D., & Utari, T. (2021). Penerapan Pendekatan Kontekstual Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif dan Keterampilan Matematika Siswa Kelas VIII SMP Negeri 15 Kota Bengkulu. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Matematika Sekolah (JP2MS)*, 5(3), 462–475. <https://doi.org/10.33369/jp2ms.5.3.462-475>
- Alfiatunnisa, E., Zulfah Khairunnisa, H., Hayati, S., & Listya Maulida, V. (2022). Uji Validitas Dan Reliabilitas Terhadap Kemandirian Siswa Sekolah Dasar Kelas 1. *Jurnal Hurriah: Jurnal Evaluasi Pendidikan Dan Penelitian*, 3(2), 29–36. <https://doi.org/10.56806/jh.v3i2.81>
- Arsi, A. (2021). Langkah -Langkah Uji Validitas Realibilitas Instrumen Dengan Menggunakan Spss. *Validitas Realibilitas Instrumen Dengan Menggunakan Spss*, 1–8.
- Azhar, A. (2022). Psychomotor and Scientific Attitude Assessment to Simple Plane Materials through Application of Direct Instruction Learning Model. *Journal of Digital Learning and Distance Education*, 1(5), 182–194. <https://doi.org/10.56778/jdlde.v1i5.37>
- Azhar, A. (2013). Pendidikan Fisika Dan Keterkaitannya Dengan Laboratorium. *Jurnal Geliga Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 2(1), 7-12. Retrieved from <https://jgs.ejournal.unri.ac.id/index.php/JGS/article/view/1582>
- Azhar, Herfana, P., Nasir, M., Irawan, D., & Islami, N. (2021). Development of 3D Physics Learning Media using Augmented Reality for First-year Junior High School Students. *Journal of Physics: Conference Series*
- 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*, 127–141. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-10010-3>
- Darmawan, I. A., & Dwijayati, Y. (2019). Aplikasi Model Advance Organizer Berbantuan Media PhET Berbasis Kemampuan Berfikir Kritis Siswa Terhadap Hasil Belajar. *Gravity : Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Fisika*, 5(2). <https://doi.org/10.30870/gravity.v5i2.5940>
- Ernidawati, E., Darmadi, D., Fauza, N., Idris, I., Syaflita, D., Junaidi, M., & Sundari, P. D. (2025). Effectiveness of Experimental Tools for Testing the Permeability of Metal Materials to Increase Student Learning Motivation. *Journal of Natural Science and Integration*, 8(1), 140. <https://doi.org/10.24014/jnsi.v8i1.32799>
- Ernidawati, E., Ma'aruf, Z., Zulirfan, Z., Yennita, Y., Irianti, M., Nurhasanah, N., & Habiburrahman, H. (2024). Problematika Penggunaan KIT Fisika dalam Pembelajaran IPA SMP Se Riau Kepri. *Jurnal Selektta PKM: Pengabdian Masyarakat Dan Kukerta*, 2(1), 28–35.
- Ernidawati, E., Ulfa, Z., Dhuha, N. A., Akbar, R., Irianti, M., Ma'aruf, Z., Albeta, S. W., Fauza, N., Mulyani, E. A., Dipuja, D. A., & Demolawa, M. (2024). Physics Learning in Secondary Schools by Sea Water Purification Devices Using Solar Panels: Systematic Literature Review. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(8), 588–597. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i8.8077>

- Irianti, M., Cahaya, M., & Smpn, D. I. (n.d.). *Ipa Physic Cognitive Learning Result The Implementation Approach Open-Ended Pobleem The Light Material At SMPN 17 Pekanbaru Penerapan Pendekatan Open-Ended Problem Pada*. 1–10.
- Istiyono, E., & Winarti. (2020). Taksonomi Hingher Order Thinking Skill Untuk Penilaian Pembelajaran Fisika. In *Widya Sari Press Salatiga* (Vol. 1).
- Kartikasari, I. A., Usodo, B., & Riyadi. (2022). The Effectiveness Open-Ended learning and Creative Problem Solving Models to Teach Creative Thinking Skills. *Pegem Egitim ve Ogretim Dergisi*, 12(4), 29–38. <https://doi.org/10.47750/pegegog.12.04.04>
- Lestari, N., Hartono, Y., & P. (2021). Pengaruh pendekatan pendekatan open ended terhadap. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(1), 81–95.
- Marsuki, M. F., & Habibah, N. (2020). Implementation Of REACT Learning Model On Second Year Students. *Jurnal Pembelajaran Sains*, 4(1), 31–36.
- Muhson, A. (2021). Teknik Analisis Kualitatif. *Academia*, 1–7. <http://staffnew.uny.ac.id/upload/132232818/pendidikan/Analisis+Kuantitatif.pdf>
- Nafiati, D. A. (2021). Revisi taksonomi Bloom: Kognitif, afektif, dan psikomotorik. *Humanika*, 21(2), 151–172. <https://doi.org/10.21831/hum.v21i2.29252>
- Ningsih, M. A., & Islami, N. (2023). Efektivitas Aplikasi PhET untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif pada Materi Gelombang Berjalan dan Gelombang Stasioner. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 8(4), 290–296. <http://jipfi.uho.ac.id/index.php/journal/article/view/76>
- Niyanti, P. E., Setyaningrum, F. P., Rachman, G. W., & Wandita, F. (2022). Implementasi Pembelajaran Fisika Topik Usaha dan Energi Berdasarkan Publikasi Ilmiah. *Mitra Pilar: Jurnal Pendidikan, Inovasi, Dan Terapan Teknologi*, 1(2), 99–118. <https://doi.org/10.58797/pilar.0102.05>
- Roosyanti, A. (2022). PhET Interactive Simulations Sebagai Laboatorium Virtual Pada Pembelajaran Sains Sekolah Dasar Selama Pandemi Covid-19. *Jurnal Pendidikan Dasar Islam*, 9(2), 121–135.
- Santoso, G. M., & Madlazim. (2020). Validitas Perangkat Pembelajaran Model Inkuiri Terbimbing. *IPF: Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 09(02), 144–148.
- Sianturi, R. (2025). Test Normality As a Condition of Hypothesis Testing. *Jurnal Pembelajaran Dan Matematika Sigma (Jpms)*, 11(1), 1–14.
- Supriadi, G. (2021). *Penelitian Pendidikan Metod1.pdf*.
- Suriyani. (2015). Pengaruh Model Pembelajaran Open-Ended Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel Di Kelas X Sma N 1 Silangkitang. *Jurnal Pembelajaran Dan Matematika Sigma (JPMS)*, 1(2), 11–14.
- Yogi Rizky Pratama. (2020). 1520200041. *Pengaruh Penerapan Pendekatan Pembelajaran Open – Ended Terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa Materi Sistem Persamaan Linier Dua Variabel Kelas Viii – 4 Smp N 1 Padangsidempuan*.