

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan di sekolah diarahkan tidak semata-mata pada penguasaan dan pemahaman konsep ilmiah, tetapi juga perlu peningkatan kemampuan dan keterampilan. Pendidikan merupakan salah satu upaya dalam menciptakan sumber daya manusia yang cerdas dan berkualitas di masa mendatang dan merupakan salah satu upaya pemerintah untuk mewujudkan cita-cita negara yang telah dirumuskan sejak tujuh puluh lima tahun silam dalam pembukaan UUD 1945 pada alinea keempat yakni mencerdaskan kehidupan bangsa, (Ramadani, E. M., & Nana, N. (2020).

Menurut UU No. 20 Tahun 2003 pendidikan adalah “Usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara”.

Menurut Susilawati, E., & Agustinasari, A. (2022), Pembelajaran seharusnya berpusat pada peserta didik, sehingga peserta didik mampu membangun pengetahuannya, menemukan konsep serta menyimpulkan sendiri melalui arahan guru. Namun kenyataannya, mata pelajaran fisika masih belum banyak yang mengutamakan kegiatan membangun konsep ilmiah. Fisika cenderung disampaikan oleh guru dan tidak berpusat pada peserta didik. Hal ini

menyebabkan peserta didik memahami materi secara parsial dan peserta didik tidak optimal dalam membangun pengetahuannya sendiri. Menurut Rivalina, R., & Siahaan, S. (2020), Pembelajaran sebaiknya berpusat pada peserta didik.

Proses pembelajaran selalu menuntut pendidik supaya dapat kreatif dan inovatif. Seorang pendidik yang bertindak dan berpikir secara kreatif dan inovatif dapat berpengaruh pada perkembangan peserta didik. Dikatakan demikian, pendidik yang kreatif dan inovatif dapat menciptakan pembelajaran yang menarik dan menyenangkan bagi peserta didik. Keadaan yang demikian berpengaruh pada keberhasilan peserta didik dalam proses pembelajaran (Helmiati dkk. 2016).

Namun di satu sisi guru sebagai fasilitator juga harus kreatif dan membantu atau memberikan solusi kepada peserta didik agar mampu meningkatkan pemahaman konsep peserta didik. Namun kenyataannya, pemahaman konsep mata pelajaran fisika masih belum banyak yang megutamakan kegiatan membangun konsep ilmiah. Fisika cenderung disampaikan oleh guru dan tidak berpusat pada peserta didik. Hal ini menyebabkan peserta didik memahami materi secara parsial dan peserta didik tidak optimal dalam membangun pengetahuannya sendiri.

Adapun perintah mengenai arahan untuk melakukan kegiatan pembelajaran telah dijelaskan di dalam Al-Qur'an Surah Yunus Ayat 99-101 sebagai berikut :

وَلَوْ شَاءَ رَبُّكَ لَأَمَنَّ مَنْ فِي الْأَرْضِ كُلَّهُمْ جَمِيعًا أَفَأَنْتَ تُكْرَهُ النَّاسَ حَتَّى يَكُونُوا

مُؤْمِنِينَ ﴿٩٩﴾

(99). *Dan jika Tuhanmu menghendaki, tentulah beriman semua orang di Bumi seluruhnya. Tetapi apakah kamu (hendak) memaksa manusia agar mereka*

menjadi orang-orang yang beriman?

وَمَا كَانَ لِنَفْسٍ أَنْ تُؤْمِنَ إِلَّا بِإِذْنِ اللَّهِ وَيَجْعَلُ الرَّجْسَ عَلَى الَّذِينَ لَا يَعْقِلُونَ ﴿١٠٠﴾

(100). Dan tidak seorang pun akan beriman kecuali dengan izin Allah dan Allah menimpakan azab kepada orang yang tidak mengerti.

قُلْ انظُرُوا مَاذَا فِي السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَمَا تُغْنِي الْآيَاتُ وَالنُّذُرُ عَنْ قَوْمٍ لَا يُؤْمِنُونَ

(101). Katakanlah, “Perhatikanlah apa yang ada di langit dan di bumi!” Tidaklah bermanfaat tanda-tanda (kebesaran Allah) dan rasul-rasul yang memberi peringatan bagi orang yang tidak beriman.

Dari ayat di atas dapat dimaknai bahwa Allah SWT memerintahkan manusia agar mengamati dan memahami benda/objek lingkungan sekitar kita sebagai perantara untuk menemukan informasi dan menambah ilmu dengan melaksanakan kegiatan pembelajaran.

Fisika merupakan salah satu bagian dari ilmu sains yang mengharuskan siswa untuk berpikir kreatif dan terampil karena materi dalam fisika memerlukan pemahaman dari pada penghafalan. Pelajaran fisika mempelajari gejala-gejala dan interaksi gejala-gejala itu satu sama lain. Fisika adalah bahasa yang digunakan untuk saling berhubungan dan untuk menemukan sifat-sifat yang berlaku secara umum antara berbagai peristiwa alam. Fisika diberikan kepada siswa dengan tujuan membantu siswa agar tertata nalarnya, terbentuk kepribadiannya serta terampil menggunakan fisika dan penalarannya dalam kehidupannya kelak (Hamka, D., & Purwanto, H. (2021). Dalam pelajaran fisika matematika memegang peran utama, sekaligus kemampuannya dalam menyelesaikan masalah fisika dari yang mudah sampai bentuk menyelesaikan fisika yang ternyata tidak mudah.

Penelitian Pembelajaran fisika saat ini banyak dilakukan dikarenakan sistem pembelajaran disekolah-sekolah banyak mengalami perkembangan yang ditandai dengan perkembangan teknologi yang sangat pesat. Perkembangan teknologi yang masuk ke dunia pendidikan formal telah memicu adanya strategi pembelajaran yang lebih dapat mengakomodasi banyak informasi ilmu pengetahuan dan teknologi. Sistem yang lebih tepat bukan lagi kepada satu sistem yang konvensional (tatap muka dikelas) tetapi harus didukung kepada strategi pembelajaran modern yakni melalui literasi dari internet. Sehingga perbaikan dalam kegiatan pembelajaran perlu dilakukan agar kemampuan peserta didik dalam menganalisa (berpikir kritis) dapat meningkat (Hidayatullah, S., Khourouh, U., Windhyastiti, I., Patalo, R. G., & Waris, A. (2020).

Kesulitan siswa dalam menggabungkan konsep fisis dengan konsep matematis membuat siswa menjadi kesulitan dalam belajar fisika. Kesulitan siswa dalam belajar fisika harus mendapatkan solusi dengan baik. Pemecahan masalah siswa salah satunya dilaksanakan dengan cara melihat letak permasalahan yang menyebabkan siswa kesulitan dalam memecahkan masalah fisika. Sebagaimana dikutip oleh Gradini, E. (2019). menyatakan bahwa pemahaman terhadap konsep dapat menjadikan berbagai tuntutan pemikiran seperti : mengingat, menjelaskan, menemukan fakta, menyebutkan contoh, menggeneralisasi, menerapkan, dan menganalogikakan, dan menyatakan konsep baru dengan cara lain.

Berdasarkan hasil observasi di kelas XI MAN 2 Deli Serdang yang melakukan pembelajaran materi Kinematika Gerak, ditemukan beberapa masalah terkait pembelajaran yakni, 1) peserta didik merasa kesulitan memahami konsep karena bahan ajar yang digunakan kurang interaktif, 2) alokasi waktu yang

kurang, alat praktikum yang kurang memadai, sehingga belum dapat membantu memahami, membuktikan dan menjelaskan kepada siswa mengenai suatu teori yang didapat dari pembelajaran, sehingga berdampak semakin rendahnya pemahaman fisika pada peserta didik, 3) Uji pemahaman konsep Kinematika Gerak hanya 17,5 % yang memenuhi nilai di atas KKM dari 100% kehadiran siswa. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemahaman konsep Kinematika Gerak siswa berada pada kategori masih rendah karena siswa belum mampu memahami konsep, mengidentifikasi pertanyaan, menganalisa fenomena dan mengambil kesimpulan dari materi yang diajarkan.

Hasil pengamatan dan wawancara dengan guru Saintek MAN 2 Deli Serdang juga menunjukkan bahwa pemahaman konsep dalam belajar mata pelajaran fisika sangat rendah dikarenakan berbagai faktor seperti kurangnya ketertarikan siswa terhadap bahan ajar yang tidak ada pengaplikasian media pembelajaran bersifat interaktif yang dapat mendorong siswa yang kesulitan dalam menjawab soal fisika.

Sistem Pembelajaran yang digunakan oleh pendidik di Indonesia pada dasarnya masih menggunakan metode konvensional. Hal ini karena belum adanya kreativitas yang dilakukan oleh guru dalam penggunaan metode pembelajaran yang dilaksanakan di dalam kelas. Biasanya guru masih dominan menggunakan metode ceramah dan hafalan sehingga membuat peserta didik bosan mengikuti pembelajaran. Pada masa remaja peserta didik lebih suka mencoba suatu hal baru dan setiap siswa pasti memiliki kecerdasan yang berbeda-beda, ada yang super aktif ada yang sedang ada juga siswa yang masih pasif. Apabila pembelajaran kurang menarik maka akan sangat berdampak dari hasil akhir pembelajaran.

Sebuah fakta dilapangan menunjukkan bahwa masih adanya peserta didik yang belum ikut serta berpartisipasi secara aktif ketika proses pembelajaran berlangsung karena mereka merasa pembelajaran terkesan masih belum membangkitkan semangat mereka untuk belajar. Pemilihan metode yang tepat dapat menyelesaikan masalah tersebut sehingga pendidikan akan selalu mengalami peningkatan yang baik (Iriansyah, 2020). Usaha yang perlu dilakukan untuk memperbaiki kualitas pendidikan yaitu pendidik harus bisa berinovasi sehingga dapat menandakan pendidik tersebut kreatif serta mampu mengembangkan diri menjadi lebih baik. Pendidik harus menyadari bahwa tugasnya bukan hanya mengajar atau mentrasfer ilmu kepada peserta didik tetapi tugas utama seorang guru adalah bagaimana kemudian dapat menanamkan nilai karakter yang baik terhadap peserta didik. Keberhasilannya dalam mengelolah kelas dapat dilihat dengan peserta didik merasa senang mengikuti proses pembelajaran dan aktif berpartisipasi mengikuti pembelajaran, (Maulida dkk., 2017).

Setiap dalam proses pembelajaran pendidik harus mampu memilih pendekatan maupun metode yang tepat yang sesuai dengan materi dan tujuan pembelajaran, agar bukan hanya pendidik yang terkesan lebih aktif tetapi peserta didiklah yang harus super aktif dalam pembelajaran. Kemampuan terpenting yang mesti dimiliki seorang pendidik yaitu kemampuan menggunakan metode yang baik dalam proses pengajaran. Artinya dalam menggunakan metode pembelajaran guru harus menyesuaikan dengan materi ajar sehingga metode yang digunakan dapat efektif dan tujuan dari pembelajaran yang telah di tetapkan dapat dicapai secara lebih maksimal, dan yang lebih terpenting adanya kreativitas guru menggunakan

metode pembelajaran agar pembelajaran lebih menarik perhatian dan minat belajar peserta didik lebih tinggi. Jadi, berdasarkan uraian tersebut maka perlunya metode pembelajaran inovatif yang digunakan oleh guru upaya meningkatkan mutu pendidikan untuk menghasilkan peserta didik yang kreatif dan mampu menghadapi kehidupan pada masa yang akan mendatang (Hasriadi, H. (2022).

Dalam proses pembelajaran, guru harus merumuskan bagaimana komponen pembelajaran yang akan digunakan untuk mengajar siswa di kelas, termasuk di dalamnya pengelolaan kelas ketika belajar. Proses belajar mengajar di kelas sangat dipengaruhi oleh pengelolaan kelas. Pengelolaan kelas yang baik dan benar tentunya akan memberikan dampak positif terhadap proses pembelajaran. Dalam pembelajaran di kelas, seringkali ditemukan siswa yang merasa bosan untuk belajar. Faktor kebosanan tersebut bisa disebabkan oleh materi pelajaran yang tidak mereka sukai atau minati, penyampaian guru yang membosankan, atau suasana kelas yang tidak nyaman. Hal-hal demikianlah yang membuat siswa tidak memiliki minat dan motivasi untuk belajar. Minat belajar merupakan suatu keinginan atau dorongan yang ada dalam diri manusia untuk melakukan aktivitas belajar (F. Al Fahmi dan L. Hadi, 2022).

Salah satu penggunaan sumber pembelajaran dalam sekolah adalah LKPD. Selain itu, guru juga perlu menggunakan model pembelajaran yang tepat dalam proses pendidikan. Penggunaan model pembelajaran penting dalam mengatasi kebosanan peserta didik dan konsep yang kurang dipahami, yang dapat menyebabkan motivasi peserta didik menurun dalam menggunakan LKPD (Basri,dkk.(2020).

Penggunaan LKPD sebagai alat bantu belajar karena di dalamnya memuat materi yaitu rangkuman dari beberapa sumber buku yang relevan, sehingga proses pembelajaran efektif pada saat yang diinginkan yang mana di dalamnya terdapat berbagai materi pembelajaran dan soal latihan (Parwati, N. N., dkk.,(2023). Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) adalah salah satu media yang mendukung proses belajar mengajar yang dilakukan oleh pendidik (Latifah dkk, 2016). LKPD digital merupakan bahan ajar yang fungsinya dimaksudkan untuk memaksimalkan kegiatan belajar mengajar dan sangat cocok untuk pembelajaran menggunakan kecanggihan teknologi. LKPD digital sangat dibutuhkan oleh peserta didik yang melaksanakan pembelajaran menggunakan android karena bisa diakses dimanapun. LKPD digital dapat membantu peserta didik lebih mudah dalam belajar secara mandiri sehingga pembelajaran tidak lagi berpusat pada guru tetapi berpusat pada peserta didik (Fuadi dkk., 2021). Untuk melengkapi LKPD digital, dapat digunakan aplikasi lab virtual gratis yang tersedia di internet, misalnya PhET, sehingga LKPD digital atau sering disebut LKPD elektronik bukan hanya menyajikan materi, tetapi dilengkapi juga dengan simulasi bergambar yang dapat membantu memahami dan mempelajari konsep yang disampaikan.

Salah satu pembelajaran virtual yang sangat membantu siswa dalam pembelajaran fisika adalah simulasi *Physics Education Technology* (PhET). PhET merupakan sebuah simulasi interatif mengenai fenomena-fenomena fisis berbasis riset yang menghubungkan fenomena kehidupan nyata dengan ilmu yang mendasarinya, sehingga dapat meningkatkan pemahaman dan minat belajar peserta didik (Muzana S. R, Lubis S. P dan Wirda. (2021).

Simulasi-simulasi tersebut menekankan korespondensi antara fenomena nyata dan simulasi komputer lalu menyajikannya dalam model-model konseptual matematis yang simpel dimengerti oleh siswa (Fitriyati I. dan Prastowo A. (2022).

PhET adalah singkatan dari *Physics Education Technology* yang dikembangkan oleh Universitas *Colorado Boulder* yang merupakan program simulasi fisika, kimia, matematika dan ilmu lainnya yang mudah dan praktis untuk dipelajari. PhET adalah simulasi interaktif, gambar bergerak atau animasi yang dibuat layaknya permainan dimana peserta didik dapat belajar dengan mengeksplorasinya. Simulasi PhET merupakan sebuah media pembelajaran fisika berupa laboratorium virtual yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk membangun pengetahuannya sendiri. Simulasi PhET didapatkan secara gratis dengan mengunduh di website resminya <https://phet.colorado.edu> (Iryani, 2018). Pengalaman belajar yang lebih konkret didapatkan melalui penggunaan media PhET yang menyajikan suatu kejadian atau fenomena mirip dengan aslinya (FERY, S. (2021). Simulasi PhET dapat membantu memperkenalkan topik baru, memperkuat pemikiran peserta didik, dan mengembangkan konsep atau keterampilan dalam mata pelajaran Fisika. Pembelajaran Fisika dilakukan melalui kegiatan yang berpusat pada peserta didik, seperti melakukan percobaan dalam simulasi PhET menuntut peserta didik menemukan pengetahuan berdasarkan kegiatan yang dilakukan tersebut. Pengetahuan yang diperoleh melalui suatu kegiatan ilmiah merupakan salah satu hal yang berkaitan dengan *Nature Of Science* (NOS).

Pemahaman tentang NOS merupakan pemahaman yang sangat penting dalam pembelajaran sains hal ini dikuatkan oleh pendapat dari (Norm G.

Lederman dkk., 2002) menegaskan bahwa NOS merupakan bagian dari pemahaman hakikat sains yang utuh. Pemahaman ini meliputi sifat empiris, sifat kreatif dan imajinatif, menanamkan social dan budaya, dan sifat tentatif. Pemahaman NOS merupakan kemampuan yang penting dikuasai oleh siswa, karena merupakan salah satu aspek yang dapat meningkatkan kemampuan sains siswa (Lestari & Widodo, 2021). Berdasarkan beberapa pendapat tentang NOS, dapat disimpulkan bahwa pemahaman NOS merupakan pemahaman akan hakikat sains, bagaimana sains ditemukan oleh para ilmuwan dengan metode saintifik sehingga menghasilkan temuan yang dapat memecahkan masalah sains dalam kehidupan sehari –hari. Oleh karena itu, dalam proses pembelajaran sains di sekolah, guru dituntut untuk membelajarkan sains berdasarkan hakikat sains/ hakikat NOS kepada siswa sehingga siswa dapat memahami akan hakikat NOS.

Pemahaman NOS merupakan sesuatu yang penting dalam proses pembelajaran sains (Ai Hayati Rahayu, Ari Widodo, 2019: 161). Pemahaman guru tentang hakikat dan proses sains dapat di lihat pada perencanaan dan pengajaran melalui penerapan model pembelajaran berbasis NOS dalam proses pembelajaran sains menurut Mattew, (2017 dalam karya ilmiah (Nugraheny, D. C., & Widodo, A. (2021). Tujuan utama pendidikan sains adalah mendidik masyarakat di masa depan untuk melek sains (Kampourakis, 2016). NOS dalam Pendidikan sains bukan untuk mendoktrin, akan tetapi untuk menunjukkan alasan untuk menerima sesuatu (McComas, 2008:512). Pembelajaran sains kontemporer, peserta didik harus mengaitkan NOS bersama dengan konten sains (Kampourakis, 2016).

LKPD Digital berbantuan simulasi PhET dapat meningkatkan penguasaan konsep peserta didik dalam pembelajaran dengan kategori tinggi di akhir pertemuan pembelajaran, dan mendapat tanggapan redaksional sangat baik dari peserta didik (Yulia, 2018). Ilmu pengetahuan yang diajarkan kepada peserta didik alangkah lebih baik jika berkaitan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik itu sendiri. Materi Hukum elastisitas dipilih karena penerapan dari materi tersebut dekat dengan kehidupan peserta didik.

Berdasarkan pemaparan di atas, peneliti mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Digital berorientasi *Nature of Science* (NOS) yang dapat digunakan dengan memanfaatkan teknologi internet dan *microsoft word*. LKPD digital menjadi lebih menarik untuk digunakan dengan penambahan gambar ilustrasi, percobaan interaktif dll. LKPD digital yang dihasilkan lebih hemat dari segi ekonomi, lebih ramah lingkungan, penggunaan yang praktis yang dapat digunakan kapanpun.

Berdasarkan penjelasan di atas, salah satu solusi yang dapat mengatasi problem tersebut adalah perlu menggunakan bahan ajar berbasis *Nature of Science* berbantuan media PhET. Penggunaan bahan ajar ini di harapkan mampu membuat siswa paham akan konsep sains tersebut. Maka peneliti akan melakukan penelitian dengan judul **“Pengaruh LKPD Digital Berorientasi *Nature Of Science* Menggunakan Media PhET Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Pada Pokok Bahasan Kinematika Gerak”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka Identifikasi Masalah pada penelitian ini adalah :

1. Peserta didik merasa kesulitan memahami konsep karena bahan ajar yang digunakan berupa LKPD cetak yang kurang interaktif.
2. Alat praktikum yang kurang memadai sehingga belum mampu membantu memahami, membuktikan dan menjelaskan kepada peserta didik sehingga berdampak rendahnya pemahaman konsep pada peserta didik.
3. Kurangnya ketertarikan siswa terhadap suatu LKPD yang tidak ada pengaplikasian media pembelajaran bersifat interaktif yang dapat mendorong peserta didik yang kesulitan dalam menjawab soal fisika pada materi Kinematika Gerak.

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah di atas, Penelitian ini dibatasi pada:

1. Pokok bahasan dibatasi hanya pada materi Kinematika Gerak Parabola.
2. Penelitian ini dilaksanakan di kelas XI MAN 2 Deli Serdang semester I (Ganjil) tahun pelajaran 2024/2025.
3. Lembar Kerja Peserta Didik yang digunakan berorientasi *Nature of Science* (NOS) yakni menggunakan media PhET Simulation.
4. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah pemahaman konsep siswa.
5. Hasil pemahaman konsep siswa dibatasi hanya pada nilai besaran persentase.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan pembatasan masalah di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah terdapat pengaruh penggunaan LKPD digital berorientasi *Nature Of Science* (NOS) berbantuan media PhET untuk meningkatkan pemahaman konsep pada pokok bahasan Kinematika Gerak Parabola?
2. Bagaimana respon siswa setelah menggunakan LKPD digital berorientasi *Nature Of Science* (NOS) berbantuan media PhET pada pokok bahasan Kinematika Gerak Parabola?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan LKPD Digital Berorientasi *Nature Of Science* Dan Berbantuan media PhET dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Pada Pokok Bahasan Kinematika Gerak Parabola.
2. Untuk mengetahui respon peserta didik terhadap LKPD Digital Berorientasi *Nature Of Science* Dan Berbantuan media PhET dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Pada Pokok Bahasan Kinematika Gerak Parabola.

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dari segi praktik, terutama bagi mahasiswa, guru dan peserta didik, yaitu sebagai berikut:

A. Bagi Guru

Memberi informasi terkait dengan penggunaan Bahan ajar berbasis *Nature Of Science* (NOS) berbantuan media PhET yang dapat membantu menyampaikan materi pembelajaran yang solusif dan aktif.

B. Bagi Peserta Didik

Pembelajaran fisika dengan menggunakan bahan ajar berbasis *Nature Of Science* (NOS) berbantuan media PhET dapat membantu dan mendukung pemahaman konsep materi Kinematika Gerak Parabola pada siswa serta meningkatkan ketertarikan siswa dalam mempelajari fisika.

C. Bagi Peneliti

Penelitian ini dapat menambah wawasan dan keterampilan serta membekali diri untuk menjadi calon seorang pendidik yang terampil dan inovatif.

BAB II
KAJIAN TEORITIS, KERANGKA BERPIKIR
DAN PERUMUSAN HIPOTESIS

A. KAJIAN TEORITIS

1. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

a. Pengertian LKPD

LKPD didefinisikan sebagai suatu bahan ajar cetak berupa lembar-lembar kertas yang berisi materi, ringkasan, dan petunjuk-petunjuk pelaksanaan tugas pembelajaran yang harus dikerjakan oleh peserta didik dengan mengacu Kompetensi Dasar (KD) yang harus dicapai (Fuadi, 2021). Hal ini sesuai dengan (Pulungan, 2020). Lembar Kerja Peserta Didik merupakan panduan peserta didik yang digunakan untuk melakukan pengembangan aspek kognitif maupun panduan untuk pengembangan semua aspek pembelajaran dalam bentuk panduan kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah sesuai indikator pencapaian hasil belajar yang harus dicapai (Dachi, 2021). LKPD adalah lembaran- lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik biasanya berupa petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan suatu tugas dengan mengacu Kompetensi Dasar (KD) yang akan dicapainya. Berdasarkan definisi LKPD di atas, dapat disimpulkan bahwa Lembar Kerja Peserta Didik adalah lembaran yang berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik dalam proses pembelajaran, berisi petunjuk atau langkah-langkah dalam menyelesaikan tugas sesuai dengan Kompetensi Dasar dan indikator pencapaian hasil belajar yang harus dicapai.

b. Manfaat LKPD

Wulandari (2013: 8-9) menyatakan bahwa peran LKPD sangat besar dalam proses pembelajaran karena dapat meningkatkan aktivitas peserta didik dalam belajar dan penggunaannya dalam pembelajaran dapat membantu guru untuk mengarahkan peserta didiknya menemukan konsep-konsep melalui aktivitasnya sendiri. Disamping itu LKPD juga dapat mengembangkan ketrampilan proses, meningkatkan aktivitas peserta didik dan dapat mengoptimalkan hasil belajar. Manfaat secara umum antara lain (1) membantu guru dalam menyusun rencana pembelajaran, (2) mengaktifkan peserta didik dalam proses belajar mengajar, (3) membantu peserta didik memperoleh catatan tentang materi yang akan dipelajari melalui kegiatan belajar mengajar, (4) membantu peserta didik untuk menambah informasi tentang konsep yang dipelajari melalui kegiatan belajar secara sistematis, (5) melatih peserta didik untuk menemukan dan mengembangkan keterampilan proses, (6) mengaktifkan peserta didik dalam mengembangkan konsep.

Berdasarkan uraian pandangan mengenai manfaat LKPD tersebut, pada penelitian ini disintesis bahwa manfaat LKPD yang akan dibuat dan dikembangkan yaitu mengaktifkan peserta didik dalam proses belajar mengajar, membantu peserta didik untuk menambah informasi tentang konsep yang dipelajari melalui kegiatan belajar secara sistematis, dan mengaktifkan peserta didik dalam mengembangkan konsep.

c. Unsur LKPD

Yunitasari (2013: 10) mengemukakan bahwa, unsur yang ada dalam LKPD meliputi (1) judul, (2) petunjuk belajar, (3) indikator pembelajaran, (4)

informasi pendukung, (5) langkah kerja, serta (6) penilaian. Sedangkan, menurut Widyantini (2013: 3), LKPD sebagai bahan ajar memiliki unsur yang meliputi (1) judul, (2) mata pelajaran, (3) semester, (4) tempat, (5) petunjuk belajar, (6) kompetensi yang akan dicapai, (7) indikator yang akan dicapai oleh peserta didik, (8) informasi pendukung, (9) alat dan bahan untuk menyelesaikan tugas, (10) langkah kerja, serta (11) penilaian.

Berdasarkan uraian pandangan mengenai unsur dalam LKPD tersebut, pada penelitian ini disintesis bahwa LKPD yang akan dibuat dan dikembangkan memuat unsur judul, petunjuk belajar, kompetensi dasar, indikator, peta konsep, alat dan bahan (PhET), langkah kerja dan tugas, dan penilaian.

d. Bentuk LKPD

LKPD yang akan dikembangkan memiliki beberapa macam bentuk yang dapat digunakan sebagai acuan sifat LKPD yang akan dikembangkan. Menurut Andi Prastowo (2012, 208-211) LKPD dikelompokkan menjadi lima macam bentuk, yaitu (1) LKPD yang membantu peserta didik menemukan suatu konsep, (2) LKPD yang membantu peserta didik menerapkan dan mengintegrasikan berbagai konsep yang telah ditemukan, (3) LKPD sebagai penuntun belajar, (4) LKPD sebagai penguatan, dan (5) LKPD sebagai petunjuk praktikum.

LKPD yang dikembangkan peneliti merupakan perpaduan dari LKPD sebagai petunjuk praktikum saat peserta didik melakukan percobaan, LKPD yang membantu peserta didik menemukan suatu konsep serta LKPD yang membantu peserta didik menerapkan dan mengintegrasikan berbagai konsep yang telah ditemukan.

e. Syarat LKPD

Keberadaan LKPD memberikan pengaruh yang cukup besar dalam proses pembelajaran sehingga penyusunan LKPD harus memenuhi berbagai persyaratan. Das Salirawati (2004: 8-9) menyebutkan tiga syarat suatu LKPD dikatakan layak, yaitu syarat didaktis, syarat konstruksi, dan syarat teknis. Syarat didaktis berkaitan dengan terpenuhinya asas-asas pembelajaran efektif dalam suatu LKPD. Syarat konstruksi berkaitan dengan kebahasaan. Syarat teknis berkaitan dengan penulisan berdasarkan kaidah yang telah ditetapkan.

Hendro Darmodjo dan Jenny R.E.Kaligis (dalam Endang Widjajanti, 2008: 4 -6) menyatakan bahwa suatu LKPD dikatakan layak jika memenuhi syarat sesuai Tabel 1.

Tabel 1. Syarat didaktik, konstruksi dan teknis

No.	Syarat	Indikator
1.	Didaktik	1. Mengajak peserta didik aktif dalam proses Pembelajaran.
		2. Memberi penekanan pada proses untuk menemukan konsep.
		3. Memiliki variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan peserta didik.
		4. Dapat mengembangkan kemampuan komunikasi sosial, emosional, moral, dan estetika pada diri anak.
		5. Pengalaman belajar ditentukan oleh tujuan pengembangan pribadi.
2.	Konstruksi	1. Menggunakan Bahasa yang sesuai.
		2. Menggunakan struktur kalimat yang jelas.
		3. Kegiatan dalam LKPD jelas.
		4. Menghindari pertanyaan yang terlalu terbuka.
		5. Tidak mengacu pada LKPD sumber diluar kemampuan peserta didik.
		6. Menyediakan ruang yang cukup pada LKPD sehingga peserta didik dapat menulis atau menggambarkan sesuatu pada LKPD.
		7. Menggunakan kalimat sederhana dan pendek.

		8. Menggunakan lebih banyak ilustrasi daripada kalimat.
		9. Memiliki tujuan belajar yang jelas serta bermanfaat.
		10. Memiliki identitas untuk memudahkan administrasinya.
3.	Teknis	1. Penampilan.
		2. Konsistensi tulisan yang digunakan.
		3. Penggunaan gambar yang tepat.

Sumber: Hendro Darmodjo dan Jenny R.E.Kaligis (dalam Endang Widjajanti, 2008: 4-6)

Menurut Badan Standar Nasional (BSNP, 2012) terdapat beberapa aspek yang harus ada dalam pengembangan LKPD yang meliputi: aspek kelayakan isi, aspek kebahasaan, aspek penyajian, dan aspek kegrafisan. Indikator kelayakan pengembangan LKPD disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Indikator Kelayakan LKPD

Aspek	Indikator
Kelayakan isi	Materi yang disajikan sudah sesuai dengan Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar.
	Setiap kegiatan yang disajikan mempunyai tujuan pembelajaran yang jelas.
	Keakuratan fakta dalam penyajian materi.
	Kebenaran konsep dalam penyajian materi.
	Keakuratan teori dalam penyajian materi.
	Keakuratan prosedur/metode dalam penyajian materi.
	Keberadaan unsur yang mampu menanamkan nilai.
Kebahasaan	Keinteraktifan komunikasi.
	Ketepatan struktur kalimat.
	Keterbakuan istilah yang digunakan.
	Ketepatan tata bahasa sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia.
	Ketepatan ejaan sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia.
	Konsistensi penulisan nama ilmiah/asing.
Penyajian	Kesesuaian teknik penyajian materi dengan sintaks model pembelajaran.
	Keruntutan konsep.

Aspek	Indikator
	Penyertaan rujukan/sumber acuan dalam penyajian teks, tabel, gambar, dan lampiran.
	Kelengkapan identitas tabel, gambar, dan lampiran.
	Ketepatan penomoran dan penamaan tabel, gambar, dan lampiran.
Kegrafikan	Tipografi huruf yang digunakan memudahkan pemahaman, membaca, dan menarik.
	Desain penampilan, warna, pusat pandang, komposisi, dan ukuran unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi.
	lustrasi mampu memperjelas dan mempermudah pemahaman.

Sumber: BSNP, 2012

Berdasarkan syarat kelayakan LKPD di atas, pada penelitian ini syarat kelayakan LKPD meliputi aspek didaktik atau kelayakan isi/materi, aspek konstruksi, dan aspek teknis sesuai Tabel 3.

Tabel 3. Penilaian Kelayakan LKPD

No.	Komponen	Aspek
1.	Kesesuaian dengan syarat didaktik atau isi/materi	Kesesuaian dengan SK dan KD SMA
		Kebenaran konsep
		Penyajian menuntut peserta didik belajar aktif
2.	Aspek konstruksi	Penggunaan Bahasa yang tepat
		Penggunaan kalimat yang tepat
		Pertanyaan dalam LKPD
		Kegiatan/percobaan dalam LKPD
		LKPD menyediakan ruang untuk peserta didik menuliskan hasil kegiatan/percobaan
		Memiliki tujuan belajar yang jelas
		Mempunyai identitas peserta didik dalam LKPD untuk memudahkan

		administrasinya
3.	Kesesuaian dengan syarat teknis	Penampilan LKPD
		Konsistensi tulisan yang digunakan
		Penggunaan gambar yang tepat

Sumber: Diadaptasi dan dimodifikasi dari sumber BSNP (2012) dan Hendro Darmodjo dan Jenny R.E.Kaligis (dalam Endang Widjajanti, 2008: 4-6).

2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Digital

a. Teknologi Digital

Menurut Deni Darmawan, (2011:7-8) Kemajuan teknologi dewasa ini dan dimasa akan datang terutama bidang informasi dan komunikasi menyebabkan dunia menjadi sempit cakupannya. Interaksi antara bangsa yang satu dengan bangsa yang lainnya, baik yang disengaja maupun yang tidak menjadi sangat intensif. Kemajuan ini, memiliki sajarah yang cukup panjang bila dilihat kebelakang, terdapat sejarah yang menjadi sumber perkembangan dalam bidang informasi dan komunikasi. Dilain pihak, perangkat telekomunikasi berkembang pesat saat mulai diimplementasikan teknologi digital menggantikan teknologi analog yang mulai menampakkan batas-batas pengeksplosasiannya. Digitalisasi perangkat telekomunikasi kemudian berkonvergensi dengan perangkat komputer yang dari awal merupakan perangkat yang mengadopsi teknologi digital.

Menurut, Erlisa Dwi Ananda (2019 :3) Kata teknologi secara harfiah berasal dari bahasa latin “texere” yang berarti menyusun atau membangun. Sementara Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, teknologi adalah metode ilmiah untuk mencapai tujuan praktis; ilmu pengetahuan terapan. Sementara,

teknologi menurut Pasal 1 ayat 2 Undang-undang nomor 18 tahun 2002 tentang Sistem Nasional Penelitian, Pengembangan dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi. Pengertian teknologi adalah cara atau metode serta proses atau produk yang dihasilkan dari pemanfaatan berbagai disiplin ilmu pengetahuan yang menghasilkan nilai bagi pemenuhan kebutuhan, kelangsungan dan peningkatan mutu kehidupan manusia.

Berkembangnya teknologi komunikasi dan informasi di era modern, turut berdampak pula pada bidang pendidikan. Penelitian bahan ajar elektronik merupakan salah satu inovasi baru bagi peserta didik dalam memahami materi pelajaran pada pembelajaran di sekolah sehingga dengan begitu konsep materi dan evaluasi dapat terlaksana dengan baik (Augustha dkk., 2021). Salah satu inovasi pembelajaran yang berkembang sesuai dengan kemajuan teknologi informasi dan komunikasi adalah LKPD digital. Lembar Kerja Peserta Didik digital merupakan inovasi dari lembar kerja cetak yang diubah menjadi bentuk digital atau elektronik dengan memanfaatkan teknologi komputer. LKPD digital berisi panduan kerja peserta didik untuk mempermudah guru dan peserta didik pada pelaksanaan kegiatan pembelajaran dalam bentuk digital yang dapat dilihat pada komputer, *notebook*, maupun *smartphone*. LKPD digital dapat menciptakan suasana belajar siswa yang interaktif karena pada LKPD digital mampu mengkombinasikan teks, animasi, gambar, audio dan sebagainya (Haqsari, 2014). LKPD digital selain mudah digunakan juga dapat diintegrasikan dengan kemampuan literasi dan kreativitas untuk menggali pengetahuan dan keterampilan peserta didik (Sari dkk., 2021).

b. Kelebihan dan Kekurangan LKPD Digital

Menurut Belawati, LKPD digital memiliki kelebihan dan kekurangan.

Adapun kelebihan dan kekurangan LKPD digital adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Kelebihan dan Kekurangan LKPD Digital

Kelebihan	Kekurangan
Dapat menayangkan informasi dalam bentuk teks dan grafik.	Memerlukan laptop dan hp dan juga pengetahuan Program.
Dapat mengelola laporan atau respon siswa	Mebutuhkan <i>hardware</i> khusus untuk proses pengembangan dan penggunaannya.
Dapat diadaptasi sesuai kebutuhan siswa.	Hanya efektif jika digunakan untuk penggunaan seseorang atau beberapa orang dalam kurun waktu tertentu.
Dapat mengontrol <i>hardware</i> media lain. Tidak kompatibel antar jenis yang ada.	Mebutuhkan Kuota Internet untuk mengakses.
Dapat dihubungkan dengan video untuk mengawasi kegiatan belajar siswa.	
Interaktif dengan siswa.	

Mengatasi kekurangan dalam penggunaan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) digital dapat dilakukan dengan beberapa pendekatan yang dapat meningkatkan efektivitas dan kenyamanan siswa dalam menggunakannya. Pada saat siswa kesulitan dalam memperoleh *hardware* dalam menggunakan LKPD digital, ada baiknya membentuk kelompok supaya meminimalisir penggunaan *hardware*. Memberikan pelatihan awal kepada siswa dan guru tentang cara mengakses, mengisi, dan menyimpan LKPD digital. Pelatihan ini dapat berupa tutorial video atau sesi langsung yang mengajarkan keterampilan teknis yang diperlukan. Selain itu, sekolah menyediakan akses ke perangkat dan internet bagi siswa yang membutuhkan, seperti melalui program peminjaman perangkat atau bantuan akses Wi-Fi. Alternatifnya, LKPD dapat disediakan dalam format yang lebih ringan atau dapat diakses secara *offline*.

Kelemahan dalam penggunaan LKPD digital dapat diatasi dan memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih baik bagi siswa. Integrasi teknologi dalam pendidikan, jika dilakukan dengan cermat, dapat meningkatkan kualitas pembelajaran secara signifikan.

3. *Nature Of Science* (NOS)

a. *Pengertian Nature Of Science* (NOS)

Nature Of Science (NOS) merupakan suatu ilmu pengetahuan yang merujuk pada epistemologi (metode) sains, proses terjadinya sains, nilai dan keyakinan yang melekat pada pengembangan pengetahuan ilmiah (Laderman.dkk.2002). Abd-El-Chalick.dkk (1998) menyampaikan definisi *Nature Of Science* yang mengacu pada epistemologis sains dan sebagai upaya untuk mengetahui sesuatu, atau nilai kepercayaan yang terkait dengan perkembangan pengetahuan saintifik. Clough (2008) Menjelaskan terkait *Nature Of Science* yaitu suatu ilmu pengetahuan yang menjelaskan tentang bagaimana sains bekerja dan para ilmuan melakukan penelitian.

Hakikat sains atau NOS merupakan suatu ilmu yang digunakan untuk mengembangkan pengetahuan sains (Kuncoro.2013). Annisa & Listiani (2017) menjelaskan bahwa *Nature of Science* menjadi salah satu opsi untuk mengembangkan ilmu pengetahuan. Melalui Pemahaman *Nature of Science* dapat membantu seseorang mengetahui bahwa dalam ilmu pengetahuan tidak selamanya tetap dan dapat berubah (disempurnakan) karena teknologi semakin modern. Selain itu, McCommas & Almazroa (1998) menyatakan bahwa *Nature of Science* adalah sebuah pengetahuan tentang bagaimana ilmu pengetahuan itu bekerja, maka dapat disimpulkan bahwa hakikat sains adalah suatu ilmu pengetahuan

yang digunakan untuk membuktikan fenomena-fenomena alam dan untuk mengetahui proses terjadinya sains serta tentang bagaimana cara menyelesaikan dan menghadapi suatu permasalahan secara bijaksana.

b. Aspek *Nature Of Science* (NOS)

Imran & Widodo (2018) menyimpulkan beberapa pendapat para ahli mengenai *Nature of Science* dimana *Nature of Science* memiliki tujuh Aspek yaitu (a) *Empiris Base* (b) *Tentative* (c) *Theories and Law* (d) *Socio Cultural embeddednes* (e) *Creativity* (f) *Scientific Method* dan (g) *Subjective*, dari ketujuh aspek tersebut dikaji pengertiannya secara mendalam dengan membandingkan pendapat para ahli.

Berikut adalah penjelasan mengenai ketujuh aspek hakikat sains dalam (Imran dan Widodo, 2018).

- a. Aspek pertama adalah *Empiris Base*. Maksud dari aspek *Empiris Base* yaitu Pengetahuan ilmiah didasarkan pada data/bukti yang didapat dari observasi dengan panca indera dan/atau percobaan berfokus pada ketergantungan sains pada data dan alasan empiris serta mampu membuktikan klaim ilmiah dalam arti absolut.
- b. Aspek kedua adalah *Tentative*. Pengetahuan bersifat *Tentatif* yaitu Pengetahuan ilmiah bukanlah sesuatu yang mutlak kebenarannya dan tanpa kesalahan. Pengetahuan ilmiah dapat berubah (disempurnakan) dengan bukti pengamatan baru dan dengan reinterpretasi pengamatan yang ada.
- c. Aspek ketiga adalah *Theories and Law*. Pada aspek *Theories and Law* dapat diartikan sebagai pengetahuan ilmiah dapat berupa hukum atau berupa teori. Hukum menggambarkan hubungan, pengamatan atau persepsi, fenomena di

alam. Hukum biasanya disertai dengan rumus matematis. Teori adalah penjelasan yang disimpulkan untuk fenomena alam dan mekanisme hubungan antara fenomena alam.

- d. Aspek ke empat adalah *Socio Cultural embeddedness*. Pada aspek *Socio Cultural embeddedness* ini ilmu pengetahuan adalah hasil usaha manusia oleh karena itu proses mendapatkan pengetahuan ilmiah dipengaruhi oleh masyarakat dan budaya dimana akan dipraktekkan. Sistem nilai dan budaya akan mempengaruhi apa dan bagaimana ilmu pengetahuan dilakukan, ditafsirkan dan diterima.
- e. Aspek ke lima adalah *Creativity*. Pada aspek *Creativity* ini pengetahuan ilmiah tercipta dari imajinasi manusia, kreativitas dan penalaran logis. Dengan kreativitas ini Pengetahuan ilmiah akan terus berkembang. Penciptaan Pengetahuan ilmiah ini didasarkan pada perencanaan, pengamatan dan kesimpulan yang kreatif.
- f. Aspek ke enam adalah *Scientific Method*. Maksud dari aspek *Scientific Method* yaitu Tidak ada sebuah metode ilmiah yang pasti dan berlaku universal. Untuk melakukan penelitian, para ilmuwan bebas untuk menggunakan metode apapun asalkan dapat dipertanggung jawabkan.
- g. Aspek ke tujuh adalah *Subjective*. Maksud dari aspek Subyektivitas yaitu nilai pribadi tak dapat terhindarkan dalam ilmu pengetahuan. Beberapa aspek pribadi akan mempengaruhi. Seperti Nilai pribadi, kepercayaan, agenda diri, dan pengalaman sebelumnya akan mempengaruhi apa dan bagaimana seorang ilmuwan melakukan pekerjaannya.

Pengintegrasian aspek–aspek hakikat sains dalam pengajaran diharapkan dapat memberikan pengaruh terhadap pemahaman siswa atas materi yang sedang dipelajari. Hal ini disebabkan karena sistem pembelajaran tidaklah kaku dan hanya mengacu pada informasi dari buku teks, dimana informasi tersebut berpotensi untuk menyebabkan miskonsepsi (Clough, 2011). Sehingga, penting sekali sebagai mahasiswa memahami hakikat sains ditujukan untuk membantu siswa memahami sains secara baik dan benar serta membedakan sains dengan ilmu lainnya.

Pemahaman *Nature of Science* selalu berhubungan dengan kemampuan siswa dalam memahami sains secara menyeluruh dan mampu mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari. Dengan memahami hakikat sains seseorang diharapkan dapat berfikir secara ilmiah dan bijaksana dalam menyikapi permasalahan.

Pemahaman mengenai *Nature of Science* (NOS) (Abd-El-Khalick, Bell & Lederman, dalam Akcay, 2006a) akan menolong siswa untuk memahami pengetahuan ilmiah dapat bertahan lama namun tentatif. Siswa yang memahami NOS juga akan sedikit kesinisan terhadap kegiatan ilmiah dan sedikit dikacaukan dengan perubahan belajar konsep Sains dihadapan bukti yang baru. Pemahaman bahwa gagasan yang bersifat tentatif di dalam NOS adalah suatu kekuatan bukan merupakan suatu kelemahan (Driver & McComas, dalam Akcay, 2006a).

Menurut Wenning(2006a), Pembelajaran berorientasi *Nature of Science* memiliki enam langkah utama, yaitu: (a) *background readings*, (b) *case study discussions*, (c) *inquiry lessons*, (d) *inquiry labs*, (e) *historical studies*, (f) *multiple assessments*.

- a. Pada langkah *background readings*, siswa diajak membaca buku dan/atau artikel fisika dan membuat laporan mengenai suatu bab ataupun materi tertentu, sehingga mereka dapat menyusun latar belakang pembelajaran yang akan dilakukan. Buku dan/atau artikel yang di baca oleh siswa diupayakan agar sesuai dengan jenis pengetahuan yang dipelajari. Aktivitas siswa yang perlu diperhatikan adalah ketepatan buku dan/atau artikel yang dijadikan sumber belajar, sistematika latar belakang pembelajaran, ketepatan rumusan masalah pembelajaran, tujuan pembelajaran (Santayasa, 2006). Kegiatan *background readings* dari buku atau artikel fisika yang berkaitan dengan NOS mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap pemahaman siswa mengenai NOS. Kegiatan membaca juga dapat meningkatkan penghargaan terhadap Sains dengan sendirinya. Membaca buku, dan membuat laporan tertulis atau tinjauan buku, mampu menyediakan latar belakang pengetahuan yang kokoh untuk mempersiapkan dan menunjang siswa menuju diskusi kelas (Wenning, 2006a).
- b. Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dirumuskan, guru membuka ruang diskusi untuk melayani pertanyaan-pertanyaan yang mungkin diajukan oleh siswa. Langkah ini disebut dengan *case study discussions* (Herreid, dalam Wenning, 2006a). *Case study discussions* adalah forum yang baik sekali untuk membantu siswa mengembangkan pemahaman tentang NOS, secara khas menghadirkan sebuah persoalan, kemudian siswa berdiskusi untuk memecahkan masalah tersebut. Aktivitas siswa yang perlu diperhatikan adalah kualitas dan kuantitas pertanyaan dan penjelasan yang diberikan.

- c. Pada langkah *inquiry lessons*, guru membimbing siswa dalam berpikir dan memfokuskan pertanyaan, prosedur pembelajaran yang akan dilakukan, menyajikan pijakan, pemodelan, dan penjelasan seperlunya tentang penelitian ilmiah, menjelaskan cara mengatasi kemungkinan hambatan-hambatan yang akan ditemukan dalam proses pembelajaran. Aktivitas belajar siswa yang diakses adalah kesesuaian pertanyaan pembelajaran yang diajukan, ketepatan prosedur pembelajaran yang akan dilakukan, kecermatan memprediksi masalah, hambatan dan upaya pemecahan yang diajukan (Santyasa, 2006).

Pada saat guru memimpin *inquiry lessons*, mereka dapat menggunakan pemikiran protocol untuk menyediakan wawasan (*insights*) tentang pekerjaan-pekerjaan Sains. Guru dapat memandu siswa berpikir melalui pertanyaan-pertanyaan penuntun, mereka memberikan pedoman dengan tegas tentang prosedur yang dapat dikerjakan, dan memberikan pengajaran yang jelas pada saat percontohan praktek inquiri ilmiah (Wenning, 2006a).

- d. *Inquiry labs* merupakan kegiatan yang dapat membantu siswa belajar dan memahami kaidah penelitian ilmiah. Kegiatan ini dipandu dengan LKS yang berisi pertanyaan-pertanyaan pembimbing. Hasil belajar siswa dari tahapan ini adalah laporan yang disesuaikan dengan kaidah ilmiah, yaitu berkenaan dengan sistematika penulisan, bahasa sajian, dan penulisan daftar pustaka. Isi laporan yang diperhatikan adalah kesesuaian laporan dengan pertanyaan pembelajaran, keluasan dan kedalaman pembahasan yang disajikan, kesesuaian simpulan dan saran yang disajikan (Santyasa, 2006).
- e. Pada tahap *historical studies* siswa didorong untuk menyajikan deskripsi tentang manfaat pembelajaran yang dilakukan, tidak hanya mengenai

pemahamannya terhadap NOS dan kemampuan mengungkap dan menerapkan pemahaman terhadap realitas alam, tetapi juga perkembangan sikap dan persepsi siswa terhadap materi yang menjadi obyek *Inquiry labs*. Pengalaman belajar siswa yang diakses pada tahapan ini, adalah kemampuan mengelaborasi berbagai aspek penelitian ilmiah, kemampuan mengungkap, memahami, dan menerapkan hakekat pengetahuan yang menjadi obyek *Inquiry labs*, kemampuan mendeskripsikan pengetahuan dalam perspektif historis dan budaya yang berbeda (Santayasa, 2006a). *Historical studies*, dapat digunakan sebagai alat bukti yang kuat untuk tidak hanya mengajar tentang NOS, tetapi juga meletakkan perhatian siswa pada fisika dan meningkatkan perhatian siswa pada pokok pelajaran. Terdapat dua alasan prinsip untuk memasukkan beberapa pengetahuan tentang sejarah dapat direkomendasi. Pertama, penyamarataan tentang bagaimana usaha ilmiah beroperasi akan menjadi kosong tanpa contoh-contoh nyata. Kedua, beberapa peristiwa dalam sejarah kegiatan ilmiah adalah jauh melebihi kebudayaan yang kita warisi (Wenning, 2006a).

- f. Langkah *multiple assessments* hendaknya berorientasi pada pemahaman siswa terhadap NOS. Teknik-teknik asesmen yang dapat dilakukan adalah asesmen kinerja, portofolio, dan tes uraian. Aktivitas siswa yang diases adalah kemampuan merencanakan, kemampuan melaksanakan, kemampuan presentasi, kemampuan melaporkan secara tertulis, kemampuan melaporkan secara lisan, fokus pemahaman terhadap NOS, sikap dan persepsi siswa terhadap pelajaran dan model pembelajaran yang diterapkan. Untuk

meminimisasi subyektivitas penilaian, assesmen hendaknya dilengkapi dengan rubrik, sehingga mampu menilai siswa secara lebih akurat (Santayasa, 2006).

Penggabungan mata pelajaran Sains sudah berhasil membantu siswa mengembangkan pandangan yang lebih sesuai tentang hakikat Sains. Ini artinya bahwa peningkatan penting dalam konsepsi guru tentang hakikat Sains dapat dicapai oleh pemasukan elemen yang sesuai ke dalam program pendidikan guru. Pendekatan sejarah, bersama dengan aktivitas pembelajaran interaktif seperti diskusi grup kecil yang dipandu oleh guru mata pelajaran, kelihatannya menjadi strategi yang efektif untuk membantu guru Sains membangun pemahaman yang pantas mengenai metode dan hakikat Sains (Yip, 2006).

Tabel 5. Sintak model pembelajaran NOS sebagai metode

No	Sintak Pembelajaran Guru	Sintak Pembelajaran Siswa
1	<ul style="list-style-type: none"> Guru mengajukan pertanyaan-pertanyaan (Aktivasi) 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa menjawab pertanyaan-pertanyaan dari guru
2	<ul style="list-style-type: none"> Guru mengajukan persoalan dengan terlebih dahulu menyuruh siswa membaca atau mendengarkan uraian yang memuat permasalahan di dalamnya (Identifikasi) 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa membaca dan mendengarkan uraian dari guru, untuk kemudian mengungkapkan permasalahan yang ada dalam uraian tersebut
3	<ul style="list-style-type: none"> Guru memberikan penjelasan tentang rencana percobaan dalam bentuk langkah-langkah percobaan yang akan dilakukan (Perancangan) 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa membuat rancangan suatu percobaan berupa pembuatan langkah-langkah percobaan berdasarkan penjelasan dari guru.
4	<ul style="list-style-type: none"> Guru membimbing siswa untuk melakukan percobaan, (Melakukan percobaan) 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa melakukan percobaan
5	<ul style="list-style-type: none"> Guru memberikan panduan dan bimbingan untuk mengolah data berdasarkan hasil percobaan yang diperolehnya (Analisis data) 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa melakukan pengolahan data dan menemukan pola berdasarkan keterkaitan data
6	<ul style="list-style-type: none"> Guru meminta siswa untuk menyimpulkan data dari hasil 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa menyimpulkan data hasil pengamatan untuk memperoleh

	pengamatan (Menyimpulkan)	kesimpulan
7	<ul style="list-style-type: none"> Guru meminta siswa untuk mempresentasikan atau melaporkan hasil kesimpulan dari data hasil pengamatan atau hasil percobaannya bahwa sains sebagai metode untuk memperoleh pengetahuan. (Mempresentasikan) 	<ul style="list-style-type: none"> Siswa mempresentasikan hasil pengamatan yang telah dilakukannya bahwa sains sebagai metode untuk memperoleh pengetahuan

Indikator *Nature of Science* (NOS) merujuk pada aspek-aspek fundamental yang menggambarkan sifat dan karakteristik ilmu pengetahuan. Dalam konteks pendidikan, indikator-indikator ini digunakan untuk mengevaluasi pemahaman siswa tentang bagaimana ilmu pengetahuan bekerja, bagaimana pengetahuan ilmiah diperoleh, dan bagaimana pengetahuan tersebut berkembang dan diterapkan. Di bawah ini adalah beberapa indikator utama dari *Nature of Science* yang dapat diterapkan dalam pembelajaran:

Tabel 6. Indikator Nature Of Science (NOS)

No	Aspek Fundamental	Indikator	Tujuan
1.	Proses dan Metode Ilmiah	<ul style="list-style-type: none"> Siswa memahami bahwa sains dilakukan melalui metode ilmiah yang melibatkan observasi, eksperimen, pengumpulan data, dan analisis. Siswa dapat menjelaskan langkah-langkah dalam penelitian ilmiah (hipotesis, eksperimen, analisis data, kesimpulan). Siswa menyadari bahwa metode ilmiah tidak selalu linier dan bisa terjadi secara bersamaan atau dalam urutan yang berbeda 	<ul style="list-style-type: none"> Mengembangkan pemahaman siswa tentang pentingnya proses eksperimen dan pengamatan dalam sains.

		tergantung pada situasi.	
2.	Tentang Teori dan Hukum Ilmiah	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa dapat membedakan antara teori ilmiah dan hukum ilmiah, serta memahami bahwa keduanya berbeda dalam sifat dan tujuannya. • Siswa mengetahui bahwa teori ilmiah adalah penjelasan yang didasarkan pada bukti yang luas dan dapat diuji, sementara hukum ilmiah menjelaskan pola atau hubungan yang konsisten dalam data. • Siswa menyadari bahwa teori ilmiah dapat berubah seiring dengan penemuan data baru dan bisa diperdalam atau disempurnakan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Membantu siswa memahami bahwa ilmu pengetahuan adalah proses yang berkembang, di mana teori dan hukum dapat berubah dengan penemuan baru.
3.	Objektivitas dan Subjektivitas dalam Sains	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa memahami bahwa sains bertujuan untuk objektivitas, tetapi pemilihan masalah, interpretasi data, dan desain eksperimen dapat dipengaruhi oleh perspektif individu, budaya, atau konteks sosial. • Siswa mampu mengidentifikasi bahwa penelitian ilmiah berusaha meminimalkan bias, namun sepenuhnya bebas dari subjektivitas sangat sulit dicapai. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengembangkan pemahaman tentang bagaimana objek dan subjek bekerja dalam sains, serta pentingnya kesadaran terhadap potensi bias dalam penelitian ilmiah.
4.	Sifat Pengetahuan Ilmiah	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa memahami bahwa pengetahuan ilmiah bersifat sementara dan dapat berubah berdasarkan bukti 	<ul style="list-style-type: none"> • Membantu siswa menghargai dinamika perkembangan

		<p>baru.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siswa dapat menjelaskan bahwa pengetahuan ilmiah tidak bersifat absolut, melainkan terus berkembang dan disesuaikan dengan hasil penelitian baru. • Siswa menyadari bahwa sains adalah proses yang terbuka, di mana pengetahuan baru dapat diterima, diuji, atau bahkan digantikan. 	<p>pengetahuan ilmiah dan fleksibilitas dalam menghadapi temuan-temuan baru.</p>
5.	Keandalan dan Replikasi	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa memahami bahwa untuk pengetahuan ilmiah diterima, eksperimen harus dapat direplikasi oleh ilmuwan lain dan menghasilkan hasil yang konsisten. • Siswa menyadari pentingnya peer review dan verifikasi dalam komunitas ilmiah untuk memastikan keakuratan dan keandalan temuan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menumbuhkan pemahaman bahwa sains bekerja dengan prinsip keandalan, dan hasil eksperimen harus dapat diuji dan dikonfirmasi oleh orang lain.
6.	Peran Kreativitas dan Imajinasi dalam Sains	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa menyadari bahwa sains tidak hanya tentang fakta dan data, tetapi juga melibatkan kreativitas dalam merancang eksperimen, menghasilkan hipotesis, dan mencari penjelasan. • Siswa dapat mengidentifikasi bagaimana imajinasi ilmuwan penting dalam mengembangkan teori atau menemukan solusi untuk 	<ul style="list-style-type: none"> • Memahami bahwa sains juga memerlukan kreativitas dan imajinasi untuk mengeksplorasi fenomena dan mengembangkan pengetahuan baru.

		masalah yang belum terpecahkan.	
7.	Keterbatasan Ilmu Pengetahuan	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa memahami bahwa ilmu pengetahuan memiliki batasan, dan ada fenomena tertentu yang tidak dapat dijelaskan dengan metode ilmiah (misalnya, fenomena spiritual atau moral). • Siswa menyadari bahwa sains tidak dapat memberikan jawaban untuk semua pertanyaan, terutama yang berkaitan dengan nilai-nilai atau pengalaman manusia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengajarkan siswa bahwa meskipun sains memiliki banyak kekuatan, ia juga memiliki keterbatasan dalam menjelaskan aspek-aspek tertentu dari kehidupan.
8.	Pengaruh Sosial dan Budaya terhadap Sains	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa memahami bahwa sains tidak berkembang di ruang vakum dan dipengaruhi oleh faktor sosial, politik, dan budaya. • Siswa dapat mengidentifikasi bagaimana budaya, teknologi, dan nilai-nilai masyarakat dapat mempengaruhi arah penelitian dan penerimaan pengetahuan ilmiah. • Siswa menyadari bahwa ilmuwan berasal dari berbagai latar belakang sosial dan budaya yang memengaruhi perspektif mereka terhadap sains. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengembangkan kesadaran akan pentingnya faktor sosial dalam membentuk arah dan penerimaan ilmiah.
9.	Pentingnya Bukti dalam Pengetahuan Ilmiah	<ul style="list-style-type: none"> • Siswa dapat menjelaskan bahwa sains bergantung pada bukti yang dapat diobservasi, diukur, dan diverifikasi untuk membuat klaim yang sah. 	<ul style="list-style-type: none"> • Membantu siswa memahami bahwa bukti adalah fondasi utama dalam membangun pengetahuan ilmiah.

		<ul style="list-style-type: none"> • Siswa dapat mengidentifikasi cara-cara ilmuwan mengumpulkan dan menganalisis bukti, dan bagaimana bukti ini digunakan untuk mendukung atau membantah hipotesis. 	
--	--	---	--

Indikator-indikator ini penting untuk mengembangkan pemahaman yang lebih holistik tentang *Nature of Science* (NOS) di kalangan siswa. Dengan memahami berbagai aspek sains seperti proses ilmiah, teori dan hukum ilmiah, keandalan bukti, serta keterbatasan dan pengaruh sosial, siswa tidak hanya belajar ilmu pengetahuan secara fakta, tetapi juga bagaimana ilmu pengetahuan bekerja dan berkembang.

4. Laboratorium Virtual *Physics Education Technology* (PhET)

Salah satu aspek pembelajaran abad 21 yang terintegrasi dengan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) adalah penggunaan laboratorium virtual *Physics Education Technology* (PhET). PhET merupakan serangkaian simulasi yang dikembangkan oleh *University of Colorado* untuk memfasilitasi pembelajaran fisika, biologi, dan kimia baik dalam konteks kelas maupun pembelajaran individu. Simulasi PhET ini bertujuan untuk mengaitkan fenomena kehidupan nyata dengan konsep-konsep ilmiah yang mendasarinya, dengan memberikan umpan balik kepada pengguna, serta menciptakan lingkungan pembelajaran yang kreatif (Haryadi & Pujiastuti, 2020).

Keunggulan dari simulasi PhET adalah kemampuannya untuk beradaptasi dengan lingkungan pembelajaran yang berbeda. Simulasi ini dirancang secara fleksibel, sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan lingkungan

pengajaran yang berbeda-beda. Para pengajar dapat mengintegrasikan simulasi PhET ke dalam pembelajaran mereka untuk memperkaya pengalaman belajar siswa. Penelitian oleh Supurwoko (2017), menyatakan bahwa laboratorium virtual berbasis PhET merupakan alat pembelajaran yang efektif. Dengan adanya simulasi PhET, siswa dapat memperoleh pengalaman belajar yang interaktif dan menyenangkan, sambil mengembangkan pemahaman yang mendalam tentang konsep-konsep sains yang kompleks. PhET telah menjadi sumber daya yang berharga bagi pendidik dan siswa di sekolah dalam meningkatkan pembelajaran sains yang PhET adalah sebuah simulasi interaktif mengenai fenomena-fenomena fisis berbasis riset yang menghubungkan fenomena kehidupan nyata dengan ilmu yang mendasarinya, sehingga dapat meningkatkan minat terhadap ilmu sains (Doloksaribu & Triwiyono, 2021). Penggunaan laboratorium virtual PhET juga membantu guru untuk mudah menjelaskan materi pelajaran kepada siswa, sehingga guru bisa langsung menjelaskan materi pelajaran yang bersifat abstrak dengan dibuktikan melalui simulasi-simulasi. Simulasi ini memiliki kemampuan untuk menampilkan materi yang bersifat abstrak dan menjelaskannya secara langsung kepada peserta didik, hal ini menjadikan peserta didik untuk dengan mudah memahami materi (Saputra dkk., 2020). Laboratorium virtual PhET Simulation merupakan gambar bergerak atau animasi interaktif yang dibuat layaknya permainan dimana siswa dapat belajar langsung dengan melakukan eksplorasi sesuai dengan materi pelajaran yang diberikan oleh guru disekolah (Muzana dkk., 2021).

PhET yang dikembangkan oleh *University of Colorado Boulder* (<https://phet.colorado.edu/en/about>), didasarkan pada prinsip-prinsip berikut:

1. Mengarahkan untuk penyelidikan ilmiah: Simulasi PhET dirancang untuk mendorong peserta didik melakukan penyelidikan ilmiah dengan memberikan kesempatan eksplorasi, percobaan, dan penemuan konsep-konsep sains.
2. Menyediakan interaktivitas: Simulasi ini menawarkan pengalaman interaktif kepada pengguna, memungkinkan mereka untuk berinteraksi dengan objek dan variabel dalam lingkungan virtual yang terkait dengan konsep-konsep ilmiah.
3. Memberikan tampilan yang tidak terlihat menjadi bisa terlihat: PhET membantu mengubah konsep-konsep abstrak dan sulit dipahami menjadi sesuatu yang dapat divisualisasikan secara konkret melalui simulasi yang menampilkan representasi visual.
4. Menampilkan model secara visual: Simulasi PhET menggunakan model visual untuk memperjelas konsep-konsep yang kompleks, membantu peserta didik memahami hubungan antara variabel dan memvisualisasikan konsep-konsep dalam tindakan.
5. Menggunakan koneksi dunia nyata: Simulasi ini mencoba menghubungkan konsep-konsep sains dengan aplikasi dunia nyata, memperlihatkan bagaimana teori-teori ilmiah dapat diterapkan dalam konteks yang lebih luas.
6. Menampilkan beberapa representasi: PhET menawarkan berbagai representasi seperti gerak objek, grafik, dan angka, sehingga peserta didik dapat memahami konsep-konsep dengan lebih baik melalui pemahaman multi-representasi.

7. Memberikan pengarahan dalam eksplorasi: Simulasi ini memberikan petunjuk dan bimbingan baik secara implisit maupun eksplisit saat peserta didik menjelajahi konsep-konsep melalui simulasi, membantu mereka dalam mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam.
8. Simulasi yang fleksibel untuk pendidikan: PhET didesain dengan kefleksibelan yang tinggi sehingga dapat dengan mudah digunakan dalam konteks pendidikan. Simulasi ini dapat diintegrasikan ke dalam berbagai program pembelajaran dan disesuaikan dengan kebutuhan pengajar dan peserta didik.

Dengan prinsip-prinsip ini, PhET menjadi sebuah alat pembelajaran yang inovatif dan efektif untuk memfasilitasi pemahaman konsep-konsep sains.

PhET adalah serangkaian simulasi interaktif yang dirancang seperti permainan yang memungkinkan siswa belajar melalui eksplorasi. Simulasi ini menekankan hubungan antara fenomena nyata dengan simulasi komputer, dan menyajikannya dalam model-model konseptual yang dapat dipahami dengan mudah oleh siswa. Salah satu pendekatan yang digunakan oleh PhET adalah menggunakan animasi visual dan kontrol intuitif untuk membantu siswa memahami konsep-konsep tersebut. Selain itu, kontrol intuitif pada simulasi PhET memudahkan siswa untuk berinteraksi dengan simulasi dan melakukan eksperimen virtual. Siswa dapat menggunakan kontrol tersebut dengan mudah, seperti menggeser objek, mengubah parameter, atau mengklik untuk mengobservasi fenomena yang berbeda. Hal ini memungkinkan siswa untuk secara aktif terlibat dalam proses belajar dan menjelajahi konsep-konsep dengan cara yang menarik dan menyenangkan. Penelitian oleh Tangka (2022), juga mengakui bahwa simulasi

PhET memiliki peran penting dalam membantu siswa memahami konsep-konsep fisik dengan menganimasikan konsep-konsep tersebut dan menggunakan gambar serta kontrol yang intuitif. Dengan kombinasi antara gambar bergerak, animasi interaktif, dan kontrol intuitif, PhET memberikan pengalaman belajar yang mendukung siswa dalam menjelajahi konsep-konsep fisik secara visual, interaktif, dan mudah dimengerti.

Indikator PhET digunakan untuk menilai sejauh mana penggunaan simulasi ini dapat mendukung proses pembelajaran dan memperkuat pemahaman siswa tentang konsep-konsep ilmiah. Berikut adalah beberapa indikator yang dapat digunakan untuk menilai penggunaan PhET dalam konteks pendidikan:

Tabel 7. Indikator PhET

No	Konteks	Indikator	Tujuan
1.	Aksesibilitas dan Kompatibilitas	<ul style="list-style-type: none"> • Simulasi PhET dapat diakses dengan mudah oleh siswa melalui berbagai perangkat (komputer, laptop, tablet) dan sistem operasi (Windows, macOS, Linux, Android, iOS). • Simulasi berjalan dengan lancar tanpa masalah teknis atau kesalahan sistem. • PhET menyediakan versi offline yang dapat diunduh dan digunakan tanpa koneksi internet. 	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan bahwa PhET dapat digunakan oleh semua siswa, terlepas dari perangkat yang mereka miliki.
2.	Interaktivitas dan Engaging	<ul style="list-style-type: none"> • siswa dapat berinteraksi langsung dengan elemen-elemen dalam simulasi, seperti memanipulasi variabel, mengubah kondisi eksperimen, atau melakukan pengukuran. 	<ul style="list-style-type: none"> • Meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran dengan memberikan

		<ul style="list-style-type: none"> • Simulasi memungkinkan siswa untuk melakukan eksperimen virtual yang mendekati kondisi nyata. • Tersedia fitur untuk menguji prediksi dan melihat hasil eksperimen secara langsung dalam lingkungan yang aman dan terkontrol. 	pengalaman belajar yang interaktif dan menarik.
3.	Kesesuaian dengan Kurikulum	<ul style="list-style-type: none"> • Simulasi PhET sesuai dengan topik yang diajarkan dalam kurikulum pendidikan, baik untuk pendidikan dasar, menengah, maupun perguruan tinggi. • Materi yang disimulasikan relevan dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai dalam suatu unit atau topik. • Simulasi mendukung pengembangan pemahaman konseptual, keterampilan praktis, dan kemampuan berpikir kritis. 	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan bahwa PhET mendukung pencapaian kompetensi sesuai dengan standar kurikulum yang berlaku.
4.	Visualisasi dan Pemahaman Konsep	<ul style="list-style-type: none"> • Simulasi PhET memberikan visualisasi yang jelas dan mudah dipahami untuk konsep-konsep ilmiah yang kompleks (misalnya, hukum gerak Newton, konsep energi, atau reaksi kimia). • Penggunaan grafik, diagram, dan animasi yang mendukung pemahaman konsep secara mendalam. • Penggunaan model yang sederhana namun akurat untuk menggambarkan fenomena fisika atau kimia yang sulit dipahami melalui 	<ul style="list-style-type: none"> • Membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak dan kompleks dengan menggunakan visualisasi yang konkret dan mudah dipahami.

		instruksi verbal atau teks saja.	
5.	Fleksibilitas dan Penggunaan yang Mudah	<ul style="list-style-type: none"> • Antarmuka pengguna PhET sederhana dan mudah digunakan oleh siswa dengan berbagai tingkat keterampilan teknis. • Tersedia panduan atau instruksi yang jelas untuk siswa yang baru pertama kali menggunakan simulasi. • Simulasi memberikan fleksibilitas dalam pengaturan eksperimen, sehingga siswa bisa mengeksplorasi berbagai kondisi dan variabel secara bebas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Memastikan bahwa PhET dapat digunakan dengan mudah oleh siswa, baik yang memiliki keterampilan teknis rendah maupun yang sudah berpengalaman.
6.	Kemampuan untuk Mengeksplorasi dan Eksperimen	<ul style="list-style-type: none"> • Simulasi PhET memungkinkan siswa untuk bereksperimen dengan berbagai variabel dan melihat pengaruh perubahan tersebut terhadap sistem. • Simulasi memberikan kesempatan bagi siswa untuk merancang eksperimen mereka sendiri dan menguji hipotesis. • Siswa dapat memperoleh data dan menginterpretasikan hasil eksperimen secara langsung dari simulasi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mendorong siswa untuk berpikir kritis dan mengeksplorasi konsep-konsep ilmiah melalui eksperimen interaktif.
7.	Pengembangan Keterampilan Berpikir Kritis dan Pemecahan Masalah	<ul style="list-style-type: none"> • Simulasi PhET membantu siswa mengembangkan keterampilan berpikir kritis dengan cara mendorong mereka untuk membuat prediksi, menguji hipotesis, dan menganalisis hasil eksperimen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah sains

		<ul style="list-style-type: none"> • Siswa diberi kesempatan untuk menghadapi tantangan atau masalah yang memerlukan pemecahan secara mandiri atau dalam kelompok. • Simulasi mendukung pengembangan keterampilan analisis data dan penyusunan kesimpulan berdasarkan bukti yang ada. 	melalui pendekatan eksperimen yang interaktif.
8.	Keterlibatan Siswa dalam Pembelajaran Mandiri	<ul style="list-style-type: none"> • Simulasi PhET memungkinkan siswa untuk belajar secara mandiri dengan menyediakan akses ke alat-alat yang diperlukan untuk eksperimen. • Tersedia petunjuk atau panduan yang memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi topik secara mandiri atau dalam kelompok. • Simulasi memberikan kebebasan bagi siswa untuk memilih eksperimen yang ingin dilakukan, meningkatkan rasa ingin tahu dan keterlibatan mereka. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mendorong pembelajaran mandiri, di mana siswa dapat mengeksplorasi dan belajar sesuai dengan kecepatan mereka sendiri.

Indikator-indikator ini digunakan untuk menilai sejauh mana PhET dapat mendukung pembelajaran sains secara efektif, memfasilitasi pemahaman siswa terhadap konsep-konsep ilmiah, dan meningkatkan keterlibatan serta motivasi mereka dalam proses belajar. Dengan menerapkan indikator-indikator ini, kita dapat memastikan bahwa penggunaan PhET memberikan pengalaman belajar yang optimal dan mendalam bagi siswa.

5. Pemahaman Konsep

Pemahaman merupakan kemampuan kognitif tingkat rendah yang setingkat lebih tinggi dari pengetahuan. Kemampuan yang dimiliki peserta didik pada tingkat ini adalah kemampuan memperoleh makna dari materi pembelajaran yang telah dipelajari. Peserta didik dituntut memahami atau mengerti apa yang diajarkan, mengetahui apa yang sedang dikomunikasikan dan dapat memanfaatkan isinya. Beberapa kategori peserta didik dianggap paham terhadap suatu materi pembelajaran misalnya peserta didik dapat menjelaskan dengan susunan kalimatnya sendiri sesuatu yang dibaca dan didengar dan juga peserta didik dapat memberi contoh lain dari apa yang telah dicontohkan atau menggunakan petunjuk penerapan pada kasus lain oleh Hardianti (2018).

Pemahaman menurut Bukhori (2012 : 6-7) diartikan sebagai kemampuan untuk menyerap arti dari materi atau bahan yang dipelajari. Pemahaman menurut Bloom ini adalah seberapa besar siswa mampu menerima, menyerap dan memahami pelajaran yang diberikan oleh guru kepada siswa, atau sejauh mana siswa dapat memahami serta mengerti apa yang ia baca, yang dilihat, yang dialami, atau yang dirasakan berupa hasil penelitian atau observasi langsung yang ia lakukan.

Menurut Koestoro (2016 : 15), konsep adalah sekelompok objek, peristiwa, atau simbol yang memiliki karakteristik umum yang sama, semisal konsep molekul. Dengan demikian konsep adalah suatu abstraksi yang memiliki atribut-atribut yang sama dan diidentifikasi dengan nama yang sama.

Menurut Koestoro (2016 : 42), pemahaman konsep diperoleh melalui penemuan dan penghapalan. Penemuan konsep terjadi jika terjadi proses asimilasi

dan akomodasi informasi dalam struktur kognitif, sedangkan penghapalan konsep terjadi bila konsep benar-benar baru dan belum ada dalam struktur kognitif. Selanjutnya Ausubel menyatakan pembangunan pengetahuan sebaiknya dilakukan dengan penemuan, bukan dengan penghapalan. Hal ini disebabkan hasil belajar yang diperoleh melalui penemuan pengetahuan, memiliki efek transfer yang lebih besar dibandingkan dengan hasil belajar yang diperoleh melalui penghapalan. Pemahaman konsep terjadi jika dalam struktur kognitif telah ada pengetahuan yang dapat digunakan untuk mengaitkan informasi yang baru diterima. Sedangkan penemuan konsep terjadi bila dalam struktur kognitif belum ada pengetahuan untuk mengaitkan informasi yang baru diterima. Jadi penemuan konsep adalah pembangunan pengetahuan baru dalam struktur kognitif, sedangkan pemahaman konsep adalah penghalusan dan perluasan pengetahuan yang telah ada sebelumnya oleh Koestoro (2016).

Menurut Abriani (2016: 42), pemahaman dapat dibedakan menjadi tiga aspek, yaitu:

1. Pemahaman tentang terjemahan (Translasi), Kemampuan dalam memahami suatu gagasan yang dinyatakan dengan cara lain dari pernyataan awal yang dikenal sebelumnya. Adapun indikator dari translasi berdasarkan Blom (1979) yaitu kemampuan menjelaskan sesuatu yang abstrak kedalam Bahasa yang konkret, dan kemampuan menerjemahkan hubungan yang ada pada sebuah simbol, ilustrasi, peta, tabel, grafik, persamaan matematis, dan rumus-rumus lain ke dalam bentuk verbal dan begitu sebaliknya.

2. Pemahaman Interpretasi, (Kemampuan Menafsirkan), kemampuan untuk memahami bahan atau ide yang direkam, diubah atau disusun dalam bentuk lain.
3. Pemahaman tentang ekstrapolasi, kemampuan untuk meramalkan kecenderungan yang ada menurut data tertentu dengan mengutarakan konsekuensi dan implikasi yang sejalan dengan kondisi yang digambarkan.

Indikator pemahaman konsep adalah suatu ukuran yang digunakan untuk menilai sejauh mana seseorang memahami suatu konsep tertentu. Indikator ini dirancang untuk membantu pendidik, peneliti, atau evaluator dalam mengidentifikasi tingkat penguasaan konsep oleh peserta didik. Berikut adalah beberapa indikator umum untuk menilai pemahaman konsep:

1. Kemampuan Menjelaskan

- Siswa dapat menjelaskan konsep dengan kata-kata sendiri.
- Mampu mendeskripsikan elemen-elemen kunci dan hubungan di antara elemen tersebut.

2. Kemampuan Mengklasifikasikan

- Siswa dapat mengelompokkan objek, fenomena, atau informasi berdasarkan karakteristik konsep tertentu.

3. Kemampuan Memberi Contoh dan Non-Contoh

- Siswa mampu memberikan contoh konkret yang sesuai dengan konsep.
- Mampu membedakan contoh yang termasuk dan tidak termasuk dalam konsep.

4. Kemampuan Menerapkan

- Siswa dapat menggunakan konsep dalam situasi nyata atau pemecahan masalah.

5. Kemampuan Membandingkan

- Siswa dapat membandingkan dua atau lebih konsep untuk menunjukkan persamaan dan perbedaannya.

6. Kemampuan Membuat Hubungan

- Siswa dapat menghubungkan konsep dengan konsep lain dalam konteks yang relevan.

7. Kemampuan Menyusun atau Menganalisis

- Siswa mampu menganalisis suatu permasalahan untuk menentukan relevansi konsep.

8. Kemampuan Menyimpulkan

- Siswa dapat menarik kesimpulan berdasarkan pemahaman konsep.

Indikator ini biasanya diintegrasikan dalam evaluasi pembelajaran, seperti soal tes, tugas, atau proyek. Pilihan indikator yang digunakan tergantung pada tujuan pembelajaran dan tingkat kompleksitas konsep yang ingin diuji.

Kemampuan siswa dalam memahami konsep perlu lebih difokuskan agar mencapai tujuan pembelajaran yang dimaksudkan. Kemampuan pemahaman konsep berguna untuk memecahkan masalah sehari-hari (Mayasari & Habeahan, 2021). Siswa yang tidak memahami konsep sejak awal menyebabkan siswa tersebut tertinggal dan tidak mampu memecahkan persoalan matematika atau persoalan sehari-hari. Sejalan dengan penelitian (Aditya & Sutriyono, 2018) Aspek yang menyebabkan kesalahan siswa dalam menyelesaikan persoalan adalah siswa belum paham konsep dasar suatu materi.

Memperkenalkan konsep pada siswa dapat mengatasi beberapa kesulitan yang terkait dengan konsep tersebut (Bardini dkk., 2014). Oleh karena itu, agar dapat mengerjakan soal Fisika dan bisa menerapkan konsep tersebut di kehidupan sehari-hari maka siswa harus mendalami konsep terlebih dahulu. Berdasarkan pernyataan tersebut salah satu tujuan dari proses belajar belajar adalah memahami suatu konsep.

Taksonomi merupakan penggolongan suatu hal berdasarkan karakter tertentu. Dalam ranah pendidikan taksonomi digunakan sebagai mengkategorikan tujuan pendidikan, terdapat beberapa yang menyebutnya target pembelajaran, target kinerja atau target pembelajaran. Tingkat pembelajaran kognitif Bloom biasanya digunakan untuk merancang dan struktur tujuan pendidikan dan hasil belajar Menurut Bloom pada (Ozturk, 2021). Taksonomi ini meliputi domain kognitif, afektif, dan psikomotor. Domain kognitif membahas tujuan yang terkait dengan pengakuan informasi dan pengembangan keterampilan intelektual, dan tujuan dinyatakan sebagai definisi paling jelas dari perilaku siswa. Dalam afektif domain mencakup tujuan perubahan minat siswa, sikap dan nilai, serta mendefinisikan perkembangan apresiasi siswa dan adaptasi yang memadai. Domain psikomotorik mencakup tujuan yang terkait dengan perilaku yang dapat diamati secara fisik. Dalam mencapai tujuan pada ranah afektif dan psikomotorik, sangatlah penting untuk menentukan dan mencapai tujuan domain kognitif.

Domain kognitif pada Taksonomi Bloom yang ditetapkan digunakan untuk mengkonfirmasi tingkat kognitif siswa (Koksal & Ulum, 2018). Kognitif domain mencakup enam kategori hierarkis: pengetahuan, pemahaman, aplikasi,

analisis, sintesis, dan evaluasi (Raja, 2017). Perubahan terminologi: Enam kategori utama Bloom diubah dari bentuk kata benda ke bentuk kata kerja. Selain itu, tingkat terendah dari pengetahuan asli diubah namanya dan menjadi mengingat. Pemahaman dan sintesis diubah memahami dan menciptakan (Ugur, 2019). Domain dikelompokkan di bawah enam tingkat pemikiran berikutnya: yang pertama tiga tingkat yang mengacu pada kemampuan berpikir tingkat bawah meliputi mengingat, memahami, dan menerapkan, sedangkan tiga tingkat berikutnya mengacu pada kemampuan berpikir tingkat tinggi yang berisi menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan (Koksal & Ulum, 2018).

Dimensi Proses Kognitif di bagian atas *grid* terdiri dari enam tingkat yang didefinisikan sebagai Mengingat, Memahami, Menerapkan, Menganalisis, Mengevaluasi, dan Mencipta (Studies dkk., 2015) Memahami konsep adalah salah satu target dari proses belajar yang hendak diraih dalam proses belajar. Agar dapat mencapai tujuan dari proses belajar maka dapat menggunakan Taksonomi Bloom. Kemampuan kognitif pada setiap siswa berbeda. Kualitas proses belajar mengajar yang bagus dicapai dengan mengimplementasikan semua tingkat kognitif dalam kegiatan pembelajaran. Pemahaman konsep siswa tentang konsep dapat ditentukan dengan menganalisis proses kognitif mereka (Widada, 2016).

Pemahaman konsep Penggunaan taksonomi mendorong untuk memikirkan tujuan pembelajaran dalam hal perilaku untuk mempertimbangkan apa yang dilakukan siswa sebagai hasil intruksi (E. Adams, 2015). Siswa di Indonesia memiliki pemahaman konsep yang rendah yang

dibuktikan hasil survei PISA terhadap siswa SMP (Nurdin dkk., 2019). Karena pemahaman adalah salah satu tujuan pembelajaran, guru dapat memakai kata kerja operasional yang ada pada taksonomi bloom. Maka dari itu perlu dilakukan tes kemampuan pemahaman konsep siswa dengan lebih mendalam dengan berdasarkan taksonomi bloom.

Dalam penelitian ini menganalisis pemahaman konsep pada materi Kinematika Gerak Parabola berdasarkan Taksonomi Bloom. Maka dari itu, penelitian medeskripsikan tingkat pemahaman konsep siswa kelas XI Saintek pada materi Kinematika Gerak Parabola berdasarkan Taksonomi Bloom revisi.

6. Gerak Parabola



Gambar 1. Pembalap *motorcross*

FOTO : ANTARA/Galih Pradipta

Seorang pembalap *motorcross* sedang memacu motornya saat berada di jalan yang lurus. Ketika motornya melewati sebuah gundukan, motor tersebut mulai melayang ke udara. Pada saat inilah pengendara motor beraksi dengan stylenya. Pengendara tersebut juga menyeimbangkan tubuh dan motornya saat

melayang di udara agar dapat mendarat dengan baik. Perhatikan lintasan motor saat mulai melayang di udara. Menurut Ananda berbentuk apakah lintasan tersebut? Untuk menjawabnya, mari Bersama-sama kita pelajari bahan ajar sub materi gerak parabola.

a. Defenisi Gerak Parabola



Gambar 2. Atlet melempar bola Basket

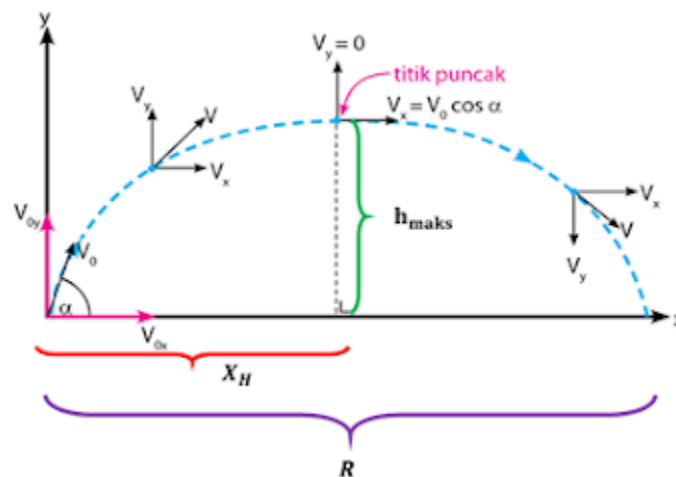
Sumber : <https://www.instagram.com/agungpambudhy>

Seorang pemain basket melakukan tembakan ke arah jaring dengan cara mendorong bola miring ke atas karena posisi jaring lebih tinggi dari posisi awal bola. Akibatnya, lintasan bola berbentuk parabola karena perpaduan gerak antara gerak lurus beraturan pada arah horizontal dan gerak lurus berubah beraturan pada arah vertikal. Biasanya para pemain basket melakukan tembakan sambil loncat untuk memperpendek jarak vertikal antara bola dengan jaring.

Gerak parabola juga dikenal dengan gerak peluru. Bola golf, bola yang dilempar, bola yang ditendang, peluru yang ditembakkan, dan atlet lompat jauh

atau lompat tinggi merupakan contoh gerak parabola. Pada pembahasan ini kita mengabaikan gesekan udara, dan tidak akan memperhitungkan dengan proses bagaimana benda dilemparkan, tetapi hanya memerhatikan gerakanya setelah dilempar dan bergerak bebas di udara dengan pengaruh gravitasi semata. Oleh karena itu, percepatan benda tersebut disebabkan oleh percepatan gravitasi (g) yang arahnya ke bawah (menuju pusat Bumi).

Gerak parabola atau gerak peluru merupakan gerak perpaduan antara GLB (gerak lurus beraturan) dan GLBB (gerak lurus berubah beraturan). Pada gerak parabola, benda diberi kecepatan awal, lalu gerakan benda sepenuhnya dipengaruhi oleh gaya gravitasi. Komponen gerak parabola dapat diuraikan dalam dua arah, yaitu arah vertikal (sumbu-y) yang merupakan GLBB karena dipengaruhi percepatan gravitasi dan arah horizontal (sumbu-x) yang merupakan GLB. Perhatikan gambar berikut.



Gambar 3. Arah horizontal (sumbu-x) yang merupakan GLB
Sumber : www.studygramfisika.com

Oleh karena komponen gerak parabola dalam arah vertikal merupakan GLBB, maka dalam menganalisis komponen gerak vertikal benda dapat menggunakan

rumus-rumus GLBB. Begitu pula dengan komponen gerak parabola dalam arah horizontal, dapat menggunakan rumus-rumus GLB.

b. Hidup Seperti Gerak Parabola

Hidup yang kita jalani ini dianalogikan seperti gerak parabola bergerak dimulai dari titik 0 dengan sudut elevasi tertentu dan terus naik mencapai titik tertinggi dan akan berakhir pada titik terjauh. Jika pada gerak parabola dengan sudut elevasi adalah 45 derajat, maka akan terjadi keseimbangan antara sumbu X dan Sumbu Y. Oleh karena itu dalam proses hidup gerak parabola yang kita jalani hiduplah pada sudut elevasi 45°. Sehingga terjadilah keseimbangan antara hubungan kita dengan Allah SWT (pada sumbu Y) dan hubungan kita dengan manusia lainnya (pada sumbu X). teruslah berbuat baik kepada orang lain dan selalu dekat dengan Allah SWT. Dalam Al-Qur'an surat Ali Imron: 112 Allah swt berfirman:

ضُرِبَتْ عَلَيْهِمُ الذَّلِيلَةُ أَيْنَ مَا تُقِفُوا إِلَّا بِحَبْلٍ مِّنَ اللَّهِ وَحَبْلِ مِّنَ النَّاسِ وَبَاءُوا بِغَضَبٍ
مِّنَ اللَّهِ وَضُرِبَتْ عَلَيْهِمُ الْمَسْكَنَةُ ۗ ذَٰلِكَ بِأَنَّهُمْ كَانُوا يَكْفُرُونَ بِآيَاتِ اللَّهِ وَيَقْتُلُونَ
الْأَنْبِيَاءَ بِغَيْرِ حَقِّ ۗ ذَٰلِكَ بِمَا عَصَوْا وَكَانُوا يَعْتَدُونَ

Artinya :

Mereka diliputi kehinaan di mana saja mereka berada, kecuali jika mereka berpegang kepada tali (agama) Allah dan tali (perjanjian) dengan manusia, dan mereka kembali mendapat kemurkaan dari Allah dan mereka diliputi kerendahan yang demikian itu karena mereka kafir kepada ayat-ayat Allah dan membunuh Para Nabi tanpa alasan yang benar. yang demikian itu disebabkan mereka durhaka dan melampaui batas.

Dalam sebuah hadits qudsi dikatakan bahwa pada hari kiamat nanti Allah akan berfirman,

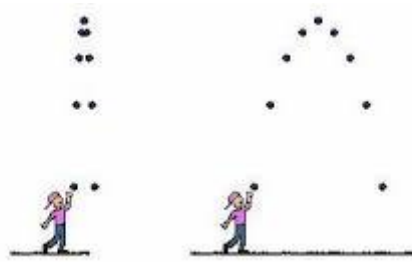
"Wahai anak Adam,...Aku meminta makan kepadamu tapi engkau tidak memberiku makan." Si hamba bertanya, "wahai Tuhanku....bagaimana mungkin aku member-Mu makan sedangkan Engkau adalah Tuhan semesta alam?" Allah berfirman, "tidakkah kau tahu bahwa hamba-Ku si fulan meminta makan kepadamu tapi engkau tiada memberinya makan? Tidakkah engkau tahu bahwa jika engkau memberinya makan, niscaya engkau akan menemukan itu disisi-Ku.

"Wahai anak Adam,... Aku meminta minum kepadamu tapi engkau tidak member-Ku minum." si hamba menjawab, "wahai Tuhanku, bagaimana mungkin aku member-Mu minum sedangkan Engkau adalah Tuhan semesta alam." Allah berfirman, "hamba-Ku si fulan meminta minum kepadamu tapi engkau tiada memberinya minum. Padahal jika engkau memberinya minum niscaya akan kau dapati itu disisi-Ku". (Tietyn Haruno, 2016).

c. Macam-macam Gerak Parabola

Dalam kehidupan sehari-hari terdapat beberapa jenis gerak parabola antara lain sebagai berikut:

Pertama, gerakan benda berbentuk parabola ketika diberikan kecepatan awal dengan sudut teta terhadap garis horisontal, sebagaimana tampak pada gambar di bawah. Dalam kehidupan sehari-hari terdapat banyak gerakan benda yang berbentuk demikian.



Sumber : <https://files1.simpkb.id/guruberbagi/rpp>

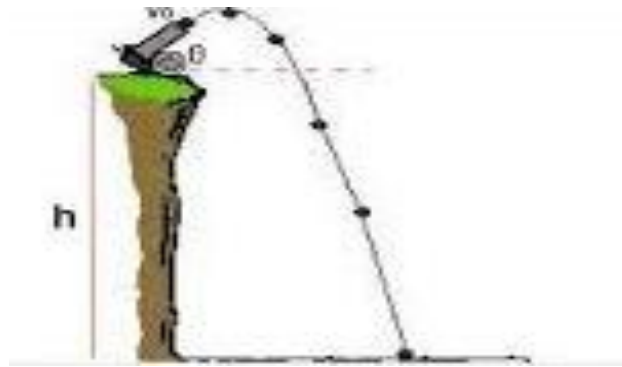
Kedua, gerakan benda berbentuk parabola ketika diberikan kecepatan awal pada ketinggian tertentu dengan arah sejajar horisontal, sebagaimana tampak pada Gambar 4. Gerakan benda dilempar dengan lintasan parabola gambar di bawah ini.



Gambar 5. Gerakan Benda Berbentuk Parabola Pada Ketinggian Tertentu

Sumber: <https://files1.simpkb.id/guruberbagi/rpp>

Ketiga, gerakan benda berbentuk parabola ketika diberikan kecepatan awal dari ketinggian tertentu dengan sudut θ terhadap garis horisontal, sebagaimana tampak pada gambar di bawah ini.

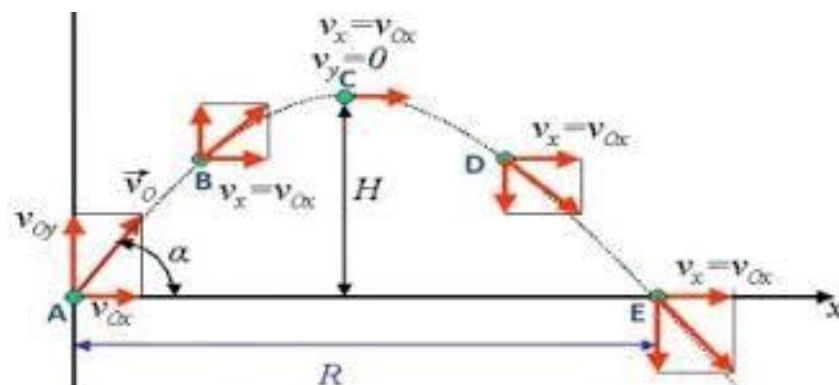


Gambar 6. Gerakan Benda Berbentuk Parabola Pada Ketinggian Tertentu Dengan Sudut Tertentu.

Sumber : <https://files1.simpkb.id/guruberbagi/rpp>

d. Besaran Fisis Gerak Parabola

Dalam menentukan besaran-besaran terkait gerak parabola, perhatikan gambar dibawah ini.



Gambar 7. Grafik lintasan gerak parabola

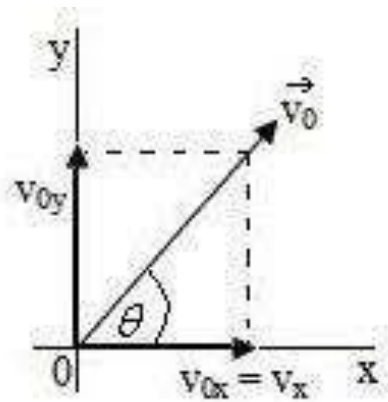
Sumber : <https://ejournal.uin-suka.ac.id>

Perhatikan lintasan bola pada permainan bola basket, lintasan orang yang lompat tinggi, dan lintasan peluru kendali bentuknya parabola seperti gambar di atas. Jika kita memperhatikan gambar diatas, kita dapat menyimpulkan bahwa gerak parabola memiliki 3 titik kondisi sebagai berikut.

- Pada titik A, merupakan titik awal gerak benda. Benda memiliki kecepatan awal (v_0).

- Pada titik B dan D, adalah kondisi kecepatan benda pada waktu tertentu.
- Pada titik E, benda berada di akhir lintasannya memiliki besar kecepatan sama dengan besar kecepatan awal (v_0) benda.
- Pada titik C, pada titik ini kecepatan vertikal benda (v_y) = 0 dan kecepatan horizontal benda ($v_x = v_{0x}$)

Setelah melihat Gambar 6. Grafik Lintasan Parabola, dapat dianalisis besaran yang ada pada gerak parabola. Seperti yang dibahas diawal gerak parabola adalah Gerakan perpaduan GLB pada arah horizontal dan GLBB pada arah vertikal. Gerak horisontal (sumbu x) kita analisis dengan Gerak Lurus Beraturan. sedangkan Gerak Vertikal (sumbu y) dianalisis dengan Gerak Jatuh Bebas. Sebelum masuk ke komponen pada arah horizontal dan vertikal. Perhatikan gambar di bawah ini.



Gambar 8. Grafik kecepatan awal gerak parabola
Sumber : Asnal Effendi modul gerak parabola

Berdasarkan Gambar 8 diketahui :

kecepatan awal untuk arah horizontal adalah

$$V_{0x} = v_0 \cos \theta \quad (1)$$

kecepatan awal untuk arah vertikal adalah

$$V_{oy} = v_0 \sin\theta \quad (2)$$

Besaran-besaran gerak parabola

1) Komponen kecepatan dalam arah horizontal

Tidak ada gaya yang bekerja pada arah horizontal benda. Karena tidak mengalami gaya dalam arah horizontal maka benda tidak mengalami percepatan dalam arah horizontal. Karena tidak mengalami percepatan maka komponen kecepatan dalam arah horizontal bernilai tetap. Dengan kata lain, dalam arah horizontal benda mengalami Gerak Lurus Beraturan (GLB).

Persamaan kecepatan benda dalam arah horizontal adalah:

$$v_{0x} = v_0 \cos\theta \quad (3)$$

Keterangan :

v_{0x} = kecepatan awal pada sumbu x (m/s)

Persamaan (3) menunjukkan bahwa komponen kecepatan benda dalam arah horizontal tetap baik nilai maupun arahnya. Komponen kecepatan benda dalam arah horizontal pada saat t sama dengan komponen kecepatan awal dalam arah horizontal sesuai persamaan (1).

2) Komponen posisi dalam arah horizontal

Pada pembahasan tentang komponen kecepatan dalam arah horizontal telah ditunjukkan bahwa kecepatan benda dalam arah horizontal tetap. Oleh karena itu, posisi benda dalam arah horizontal x dapat dinyatakan dalam: x_t , bila posisi awal benda dalam arah x adalah x_0 dinyatakan dalam

$$x_t = x_0 + v_x t = v_{0x} t = v_0 \cos\theta t \quad (4)$$

x_0 : Posisi awal benda dalam arah horizontal (m)

x_t : Posisi benda pada saat t dalam arah horizontal (m)

3) Komponen kecepatan dalam arah vertikal

Karena mengalami percepatan tetap maka komponen gerak benda dalam arah vertikal bukan gerak lurus beraturan seperti komponen gerak dalam arah horizontal, melainkan gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Persamaan kecepatan benda dalam arah vertical adalah:

$$v_{ty} = v_0 \sin \theta - gt \quad (5)$$

v_{ty} = kecepatan pada sumbu y dengan waktu t (m/s)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

t = waktu (s)

Persamaan ini berlaku untuk benda yang sedang bergerak naik maupun turun.

Arah gerak benda naik atau turun dapat diketahui dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan 5.

4) Komponen posisi dalam arah vertikal

Telah dibahas di atas bahwa dalam arah vertikal benda mengalami percepatan gravitasi dan oleh karenanya benda melakukan gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Posisi benda dalam arah vertikal dapat dihitung dengan persamaan:

$$y_t = y_0 + v_0 \sin \theta t - 1/2 gt^2 \quad (6)$$

y_t = posisi pada sumbu y pada waktu t (m)

y_0 = posisi awal pada sumbu y (m)

t = waktu (s)

5) Kecepatan dan waktu pada titik tertinggi

Benda dikatakan mencapai posisi atau titik tertinggi ketika benda sudah tidak bergerak naik lagi dan belum mulai bergerak turun. Hal tersebut berarti pada

titik tertinggi $v_{ty} = 0$. Komponen kecepatan vertikal pada titik tertinggi adalah nol. Dengan menggunakan persamaan 5 diperoleh :

Karena $v_{ty} = 0$,

$$\text{maka } t_{y\max} = (v_0 \sin\theta) / g \quad (7)$$

$t_{y\max}$ = waktu mencapai titik tertinggi (s)

6) Titik tertinggi

Pada saat benda mencapai titik tertinggi, komponen kecepatan vertikalnya nol ($v_y = 0$) tetapi komponen kecepatan horizontalnya tidak nol ($v_x \neq 0$), maka:

$$y_{\max} = v_0^2 \sin^2\theta / 2g \quad (8)$$

y_{\max} = titik tertinggi (m)

7) Titik terjauh

Pada saat benda mencapai titik terjauh, komponen jarak vertikalnya nol ($y = 0$), maka:

$$x_{\max} = v_0^2 \sin 2\theta / g \quad (9)$$

x_{\max} = titik terjauh (m)

g = percepatan gravitasi (m/s^2)

8) Sudut elevasi

Jika sudut elevasi tidak diberikan secara eksplisit misalnya ditampilkan dalam persamaan vektor, maka dengan mudah bisa dicari tahu, yaitu:

$$\tan \theta = \sin\theta / \cos\theta \quad (10)$$

7. Penelitian yang Relevan

Penelitian terdahulu yang telah ada dan mempunyai kaitan dengan produk yang dikembangkan peneliti adalah sebagai berikut:

- a. Penelitian yang dilakukan oleh Nur Fitria Yoga Anistia (2016) dengan judul “Pengembangan LKPD Eksperimen dengan Media Virtual Lab PhET Materi Gas Ideal untuk mengetahui Tingkat Keterampilan Proses Sains Peserta Didik”. Pada penelitian ini memakai desain penelitian *research and development* yang dilaksanakan sampai langkah ke-9, yaitu dengan menggali potensi masalah, mengumpulkan informasi yang ada, membuat desain produk, melakukan validasi desain, melakukan perbaikan desain, uji coba produk yang telah diperbaiki, merevisi produk, uji coba pemakaian produk, dan revisi akhir pada produk. Penelitian tersebut diperoleh hasil rata-rata nilai keseluruhan aspek sebagai acuan dasar kelayakan LKPD adalah 4,02 dengan kategori baik. Persentase hasil prosuk yang diuji coba pemakaian LKPD memiliki ketercapaian peserta didik dalam keterampilan proses 44% sangat baik dalam aspek observasi, 79% sangat baik dalam aspek mengukur, 94% baik dalam aspek klasifikasi, 74% sangat baik dalam aspek komunikasi, 59% baik dalam aspek prediksi dan 71% sangat baik dalam aspek inferensi.
- b. Pada penelitian yang dilakukan oleh Darmadi pada tahun 2015 dengan judul “Pengembangan *website* dilengkapi virtual lab PhET sebagai media dalam meningkatkan pemahaman konsep listrik dinamis pada pembelajaran fisika SMA/MA kelas X”. Hasil penelitian adalah perangkat pembelajaran berupa media *website* yang menurut validasi ahli dikatakan termasuk ke dalam kategori sangat baik dan dapat digunakan untuk meningkatkan hasil belajar

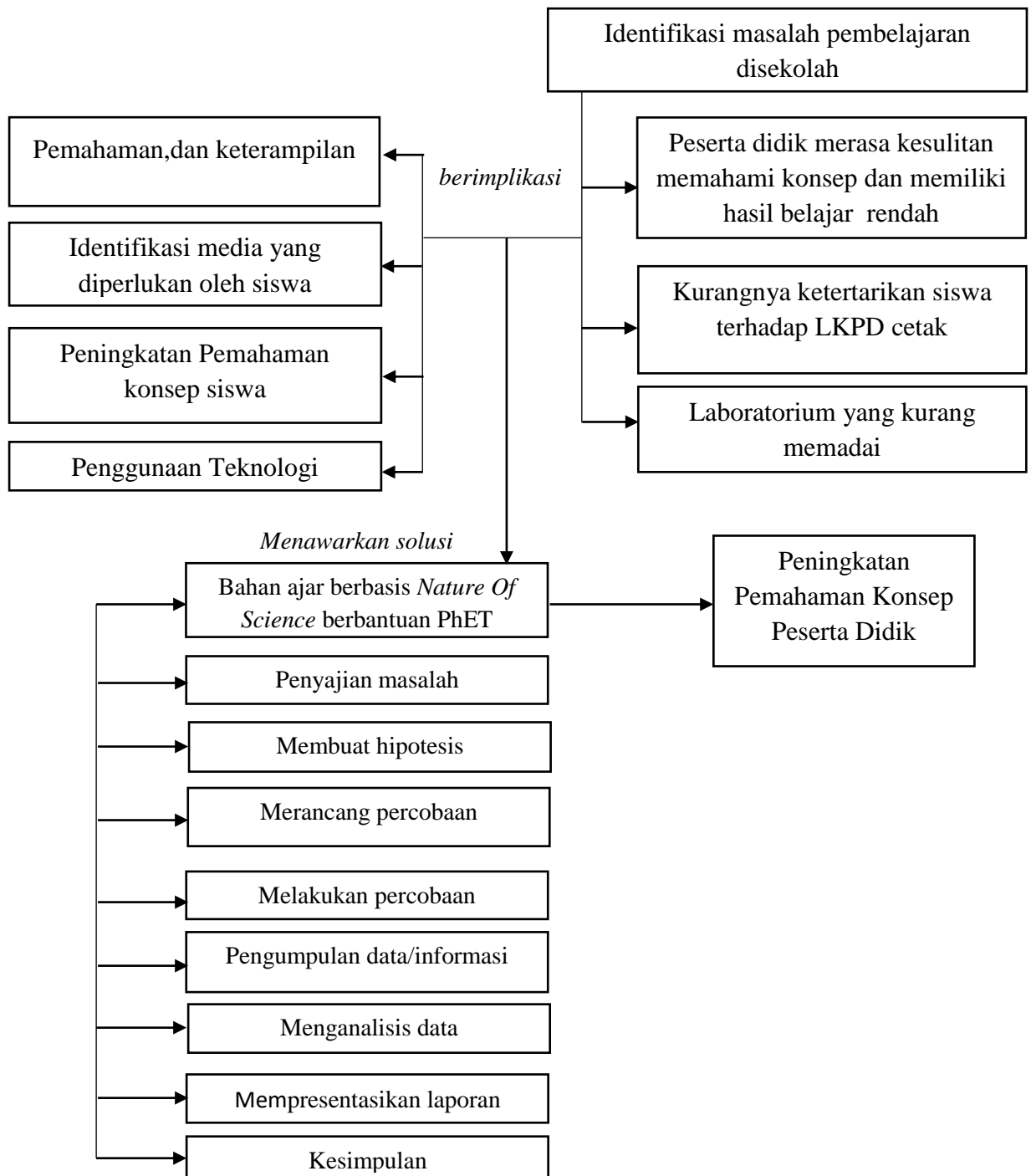
siswa SMA/MA. Ketercapaian hasil belajar dengan rata-rata *pretest* 50,4 meningkat ketika *posttest* menjadi 73,3 dengan nilai standart gain sebesar 0,46 dengan kategori sedang. Untuk respon siswa terhadap media ini didapat rata Rata Penelitian yang dilakukan oleh Herbert James Banda & Joseph Nzabahimana (2023) dalam jurnal “*The Impact of Physics Education Technology (PhET) Interactive Simulation-Based Learning on Motivation and Academic Achievement Among Malawian Physics Students*”. Menunjukkan bahwa penggunaan pembelajaran berbasis simulasi interaktif PhET telah meningkatkan prestasi akademik dan motivasi siswa dalam kelompok eksperimen dibandingkan dengan kelompok kontrol. Simulasi PhET membantu siswa dalam memahami konten materi osilasi dan gelombang secara lebih cepat dan bermakna. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa PhET berpotensi meningkatkan pembelajaran pada materi gelombang dengan memberikan visualisasi dinamis yang menarik bagi siswa.

- c. Penelitian yang dilakukan oleh Eka Cahya Prima (2018) tentang penggunaan media pembelajaran berbasis PhET untuk meningkatkan motivasi belajar siswa menunjukkan bahwa simulasi PhET sebagai media pembelajaran dapat memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang materi Tata Surya serta dapat meningkatkan motivasi mereka dalam proses belajar.
- d. Penelitian lainnya adalah penelitian yang dilakukan oleh Anggi Susilawati (2022) dengan judul “*The Effect of Using Physics Education Technology (PhET) Simulation Media to Enhance Students’Motivation and*

ProblemSolving Skills in Learning Physics”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan motivasi belajar terjadi secara signifikan dengan nilai rata-rata kelas kontrol berkategori rendah dan kelas eksperimen berkategori tinggi. Peningkatan kelas eksperimen yang tinggi disebabkan pada kelas eksperimen tersebut karena proses pembelajaran dilakukan dengan menggunakan bantuan media simulasi PhET (*Physics Education Technology*) dan menggunakan langkah-langkah pemecahan masalah. Selain itu, penerapan media simulasi PhET (*Physics Education Technology*) dalam proses pembelajaran mendapat respon positif oleh siswa sehingga dengan respon positif ini memperkuat bahwa media stimulasi PhET (*Physics Education Technology*) tepat digunakan untuk meningkatkan motivasi dan keterampilan pemecahan masalah khususnya dalam pembelajaran Fisika.

B. Kerangka Konseptual

Kerangka konseptual dalam penelitian ini dapat digambarkan dalam bentuk Diagram alir sebagai berikut:



Gambar 9. Kerangka Konseptual Penelitian

C. Perumusan Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah :

H_0 = Tidak terdapat pengaruh menggunakan LKPD Digital Berorientasi *Nature Of Science* (NOS) berbantuan PhET pada materi Kinematika Gerak untuk meningkatkan pemahaman konsep sains peserta didik.

H_a = Terdapat pengaruh menggunakan LKPD Digital Berorientasi *Nature Of Science* (NOS) berbantuan PhET pada materi Kinematika Gerak dan untuk meningkatkan pemahaman konsep sains peserta didik.