

## **BAB 2 TINJAUAN TEORETIS**

### **2.1 Kajian Pustaka**

#### **2.1.1 Keterampilan Proses Sains**

Keterampilan proses sains (KPS) atau *science process skills* berkembang melalui program *Science A Process Approach (SAPA)* yang dikembangkan oleh *American Association for the Advancement of Science (AAAS)* pada tahun 1967–1969. Program ini menekankan bahwa sains tidak hanya dipelajari sebagai kumpulan produk berupa fakta, konsep, prinsip, dan teori, tetapi sebagai proses ilmiah yang digunakan ilmuwan dalam membangun pengetahuan (Sanderson & Kratochvil, 1971). Pendekatan ini mengubah paradigma pembelajaran sains dari *teacher centered* menjadi *student centered*, di mana peserta didik dilatih untuk mengalami langsung proses ilmiah.

Keterampilan proses sains didefinisikan sebagai seperangkat keterampilan yang digunakan ilmuwan untuk memperoleh, mengembangkan, dan mengomunikasikan pengetahuan ilmiah. Padilla (1990) menyatakan bahwa keterampilan proses sains merupakan keterampilan dasar yang diperlukan untuk membangun pengetahuan dan dapat dilatihkan kepada peserta didik agar mereka belajar sains melalui pengalaman langsung. Sejalan dengan itu, Rustaman (2005) mendefinisikan keterampilan proses sains sebagai keterampilan yang diperlukan untuk memperoleh dan mengembangkan konsep, prinsip, dan hukum sains. Definisi tersebut menunjukkan bahwa keterampilan proses sains bukan sekadar aktivitas praktikum, tetapi merupakan kerangka berpikir ilmiah yang sistematis.

Keterampilan proses sains terdiri atas dua kategori utama, yaitu keterampilan proses dasar (*basic science process skills*) dan keterampilan proses terintegrasi (*integrated science process skills*) (Padilla, 1990; Dimiyati & Mudjiono, 2022). Keterampilan proses sains dasar merupakan sebuah sarana yang digunakan untuk membentuk sebuah pengetahuan baru (Sri et al., 2024). Menurut Dimiyati dan Mudjiono (2022) keterampilan proses sains dasar terdiri dari enam keterampilan yaitu mengamati, mengklasifikasi, memprediksi, mengukur, menyimpulkan dan mengomunikasikan. Keterampilan ini menjadi fondasi bagi berkembangnya

keterampilan proses terintegrasi seperti merumuskan hipotesis, mengidentifikasi variabel, merancang eksperimen, menginterpretasi data, dan mengontrol variabel. Proses KPS berlangsung dalam suatu siklus ilmiah. Proses dimulai dari kegiatan observasi terhadap fenomena, kemudian peserta didik mengklasifikasi dan mengidentifikasi pola, melakukan pengukuran untuk memperoleh data kuantitatif, menyusun prediksi atau hipotesis berdasarkan hubungan antarvariabel, melakukan pengujian melalui eksperimen, menganalisis data, menarik kesimpulan, dan akhirnya mengomunikasikan hasil temuan. Setiap indikator KPS saling terintegrasi dan tidak berdiri sendiri, melainkan membentuk pola berpikir ilmiah yang sistematis dan reflektif (Rezba et al., 1995).

Dengan demikian, keterampilan proses sains tidak hanya bersifat prosedural, tetapi juga mengandung dimensi kognitif tingkat tinggi seperti analisis, evaluasi, dan inferensi. Hal ini menjelaskan mengapa keterampilan proses sains erat kaitannya dengan kemampuan berpikir kritis. Ennis (1996) menyatakan bahwa berpikir kritis melibatkan kemampuan menganalisis argumen, mengevaluasi bukti, dan membuat keputusan rasional. Aktivitas tersebut selaras dengan tahapan dalam keterampilan proses sains, khususnya pada kegiatan menyimpulkan dan menginterpretasi data.

**Tabel 2.1 Indikator Keterampilan Proses Sains yang Akan Diteliti**

<b>Komponen</b>	<b>Indikator</b>
Mengamati	Peserta didik dapat mengamati objek-objek dan fenomena alam dengan pancaindra untuk memperoleh informasi.
Mengklasifikasi	Peserta didik mampu mengelompokkan objek atau data berdasarkan kesamaan dan perbedaannya.
Memprediksi	Peserta didik mampu memperkirakan hasil atau kejadian berdasarkan pola atau hubungan antara fakta, konsep, dan prinsip dalam ilmu pengetahuan.
Mengukur	Peserta didik mampu membandingkan yang diukur dengan satuan ukuran tertentu yang telah ditetapkan dan melakukan pengukuran secara akurat.
Menyimpulkan	Peserta didik mampu menarik kesimpulan berdasarkan fakta yang diperoleh, konsep, dan prinsip yang diketahui.
Mengomunikasikan	Peserta didik mampu menyampaikan hasil pengamatan, data, atau temuan dalam bentuk lisan, tulisan, tabel, diagram, atau grafik.

(Dimiyati & Mudjiono, 2022)

Melatihkan keterampilan proses sains dalam pembelajaran fisika membutuhkan pendekatan yang sistematis dan aktif agar peserta didik mampu mengembangkan berpikir ilmiahnya. Fisika sebagai ilmu yang berbasis eksperimen sangat erat kaitannya dengan penerapan keterampilan proses sains. Semiawan (1992) menegaskan bahwa melalui keterampilan proses sains, peserta didik dilatih untuk mengalami langsung proses ilmiah sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Kegiatan praktikum menjadi salah satu strategi efektif untuk melatih keterampilan proses sains karena memungkinkan peserta didik melakukan observasi, pengukuran, pengolahan data, hingga penyimpulan secara langsung (Subeki et al., 2022). Hal ini diperkuat oleh pernyataan Zulfah & Miriam (2024) yakni keterampilan proses sains dapat diajarkan dengan melakukan praktikum agar peserta didik dapat mengembangkan rasa ingin tahu, aktif dan terampil dalam menggunakan alat.

Penelitian-penelitian terbaru menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis praktikum, baik secara langsung maupun laboratorium virtual, dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. Ma'ruf et al. (2024) yang menyatakan bahwa keterampilan proses sains merupakan modal dasar untuk peserta didik berproses pada pembelajaran sains seperti melakukan kegiatan memperoleh data untuk menemukan konsep, prinsip, hukum dan teori dalam ilmu fisika. Selain itu, keterampilan proses sains erat kaitannya dengan fisika karena mencakup kemampuan yang mendasari eksplorasi ilmiah dan pemecahan masalah. Dengan demikian keterampilan ini sangat penting bagi peserta didik. Hal ini sejalan dengan pernyataan Triani (2023) bahwa keterampilan proses sains dibutuhkan oleh peserta didik untuk menghadapi dunia yang didominasi dengan sains dan teknologi. Selain itu, keterampilan proses sains sejalan dengan Standar Kompetensi Lulusan (SKL) yang menekankan penguasaan pengetahuan, keterampilan, dan sikap ilmiah (Tawil & Tampa, 2024). Oleh karena itu, KPS bukan hanya strategi pembelajaran, tetapi juga kompetensi esensial yang harus dikembangkan dalam pendidikan sains.

Berdasarkan berbagai pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa keterampilan proses sains merupakan kerangka berpikir ilmiah yang terstruktur dan sistematis, yang mencakup keterampilan dasar dan terintegrasi dalam memperoleh,

mengolah, dan mengomunikasikan pengetahuan. KPS berfungsi sebagai jembatan antara produk sains dan proses ilmiah, serta menjadi sarana pengembangan berpikir kritis dan literasi sains peserta didik. Dengan demikian, pengintegrasian KPS dalam pembelajaran fisika menjadi langkah strategis untuk membentuk peserta didik yang mampu berpikir ilmiah, analitis, dan adaptif terhadap perkembangan sains dan teknologi.

### **2.1.2 Laboratorium Virtual**

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah membawa perubahan signifikan dalam pembelajaran sains, salah satunya melalui pemanfaatan laboratorium virtual (*virtual laboratory*). Laboratorium virtual adalah paket simulasi perangkat lunak yang mensimulasikan proses laboratorium (Langngan et al., 2021). Laboratorium virtual sudah lama dikembangkan sejak tahun 1997 dan mulai dimanfaatkan pada tahun 2002 (Meilina et al., 2023). Laboratorium virtual merupakan suatu media yang digunakan untuk mensimulasikan kegiatan praktikum secara interaktif dan digital sehingga dapat mendukung proses praktikum yang sistematis dan bermakna di kelas, terutama ketika fasilitas laboratorium nyata terbatas.

Secara konseptual, penggunaan laboratorium virtual dalam pembelajaran didukung oleh teori konstruktivisme yang menekankan bahwa pengetahuan dibangun secara aktif oleh peserta didik melalui pengalaman belajar. Dalam pelaksanaannya, peserta didik terlibat secara aktif dalam serangkaian proses ilmiah mulai dari merumuskan masalah, merencanakan prosedur percobaan, memodifikasi variabel dalam simulasi, mencatat pengamatan, serta menganalisis hasil secara *real time*. Penggunaan laboratorium virtual juga dapat menjadi salah satu media pembelajaran yang mempermudah pemahaman konsep yang abstrak. Hal ini sejalan dengan penelitian oleh Eka & Munzil (2024) bahwa peserta didik terlibat dalam penggunaan simulasi interaktif untuk memahami proses ilmiah seperti elektrolisis dan reproduksi virus, yang sebelumnya sulit diamati secara langsung di laboratorium sekolah karena keterbatasan alat dan risiko keselamatan. Berdasarkan uraian tersebut, dapat di simpulkan bahwa laboratorium virtual merupakan simulasi

perangkat lunak yang digunakan untuk mensimulasikan kegiatan praktikum secara interaktif dalam mendukung kegiatan pembelajaran sains. Laboratorium virtual terdiri dari beberapa jenis, salah satu yang dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran fisika adalah *the physics classroom*.

*The physics classroom* adalah tutorial pengantar fisika secara daring untuk peserta didik dan guru. Melalui pelajaran individual dengan kuis, multimedia, dan bantuan pemecahan masalah, situs yang sangat informatif ini membahas materi fisika dari Hukum Newton hingga Refraksi yang memungkinkan peserta didik untuk memperkuat pembelajaran mereka melalui visualisasi (Henderson, 2020). Menurut (Ahmad Fauji et al., 2022) *the physics classroom* adalah platform pembelajaran fisika *online* dan gratis yang dikembangkan dengan tujuan untuk menampilkan berbagai fitur seperti simulasi virtual yang menyajikan beberapa simulasi konsep fisika, namun simulasi virtual *the physics classroom* ini juga masih jarang digunakan. Media pembelajaran simulasi virtual berbasis website *the physics classroom* menawarkan fleksibilitas tinggi, memungkinkan penggunaannya dalam pembelajaran *online* bahkan *offline* (Fauziah & Anindyawati, 2024)

Berdasarkan pendapat di atas, dapat disimpulkan bahwa *the physics classroom* merupakan media pembelajaran fisika berbasis *website* gratis yang menyediakan berbagai fitur dan beberapa simulasi konsep fisika dengan fleksibilitas tinggi sehingga cocok untuk kegiatan pembelajaran *online* maupun *offline*.



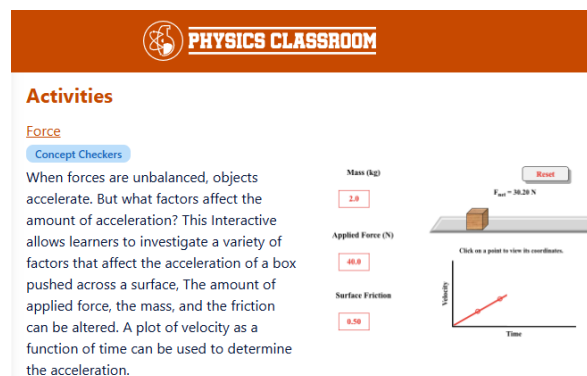
**Gambar 2.1 Tampilan Awal Simulasi *The Physics Classroom***

(Sumber: Henderson, 2020)

*The physics classroom* ditulis dan dikembangkan oleh Tom Henderson sejak tahun 2002. Kemudian pada tahun 2024 *the physics classroom* dibeli oleh Trevor Fayas dan dikembangkan sampai sekarang. Berikut ini merupakan beberapa fitur unggulan dan tidak berbayar dari simulasi *the physics classroom* (Henderson, 2020).

a. *Physics Interactives*

Mencakup simulasi topik-topik fisika dasar dengan grafik informatif dan simulasi menarik. Setiap topik dibagi menjadi beberapa sub pelajaran yang disertai dengan bagian periksa pemahaman dan langkah-langkah eksperimen.

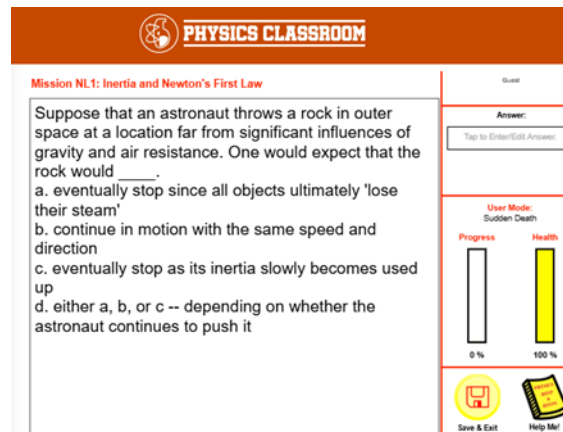


**Gambar 2.2 Tampilan Fitur *Physics Interactives* Untuk Memulai Praktikum Hukum Newton**

(Sumber: Henderson, 2020)

b. *Minds On Physics (MOP)*

Modul MOP menyediakan latihan interaktif yang intens dalam menjawab pertanyaan yang menargetkan kesalahpahaman konseptual yang umum dengan disertai umpan balik untuk setiap jawaban peserta didik. Selain itu, modul MOP menyediakan sarana bagi guru untuk membuat tugas secara daring.



**Gambar 2.3** Tampilan Soal Interaktif Pada Fitur *Minds On Physics*

(Sumber: Henderson, 2020)

c. *The Calculator Pad*

Menyediakan latihan dalam memecahkan soal cerita fisika. Setiap soal disertai dengan jawaban dan *file* audio yang menyediakan arahan terperinci tentang cara memecahkan soal. Bagian ini sangat cocok untuk membantu peserta didik yang membutuhkan latihan terbimbing dalam memecahkan soal fisika.

Set NL1 - Mass vs. Weight: For Earthlings

Problem	1	2	3	4	5	6	7	Total Score	Percentage
Points	0/1	0/1	0/1	0/1	0/2	0/1	0/1	0/8	0%

**Assignment Overview**  
Mathematically relate the object mass, object weight, for situations on planet Earth.

**1. NL1Q1** Points: 0/1  
A person weighs 653.0 Newtons on Earth. What is the person's mass (in kg)?

Mass  kg Attempts: 0

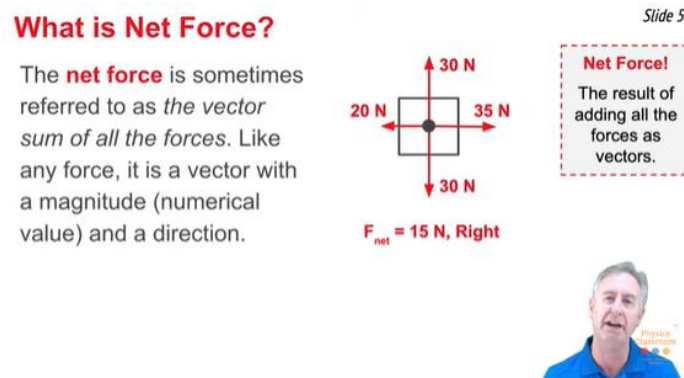
**Help Links**  
🔊 🌐 📄

**Gambar 2.4** Tampilan Latihan Soal Pada Fitur *The Calculator Pad*

(Sumber: Henderson, 2020)

d. *Video Tutorial*

Merupakan versi video dari simulasi-simulasi *physics interactives*. Fitur ini juga menyajikan berbagai video tambahan yang berisi banyak informasi untuk mendukung kegiatan eksperimen dengan menyertakan animasi dan grafik yang tidak jauh berbeda.

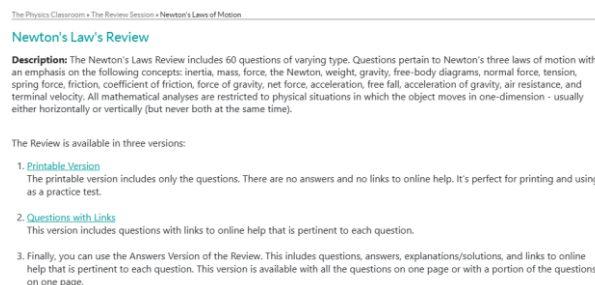


**Gambar 2.5 Tampilan Fitur Video Tutorial yang Terhubung dengan Youtube**

(Sumber: Henderson, 2020)

e. *The Review Session*

Menyediakan soal-soal dan jawaban pada satu halaman berikut dengan penjelasan dan solusi pemecahannya. Terdapat beberapa tautan pada setiap soal, yang mana tautan tersebut mengarahkan peserta didik ke halaman yang membahas topik tersebut. Fitur ini sangat cocok digunakan sebagai alat tinjauan ujian oleh peserta didik.



**Gambar 2.6 Tampilan Fitur *The Review Session***

(Sumber: Henderson, 2020)

#### f. *The Curriculum Corner*

Fitur ini dikhususkan untuk guru karena bagian ini berisi berbagai lembar kerja siap pakai yang dapat dicetak dan digunakan oleh guru dalam kegiatan pembelajaran.



Newton's Laws Name: \_\_\_\_\_

**Newton's Second Law of Motion**

Read from Lesson 3 of the Newton's Laws chapter at The Physics Classroom:  
<http://www.physicsclassroom.com/Class/newtlaws/u2l3a.html>  
<http://www.physicsclassroom.com/Class/newtlaws/u2l3b.html>

MOP Connection: Newton's Laws: sublevel7

- The acceleration of an object is \_\_\_\_\_ related to the net force exerted upon it and \_\_\_\_\_ related to the mass of the object. In equation form:  $a = F_{net} / m$ .  
 a. directly, inversely    b. inversely, directly    c. directly, directly    d. inversely, inversely
- Use Newton's second law to predict the effect of an alteration in mass or net force upon the acceleration of an object.
  - An object is accelerating at a rate of  $8 \text{ m/s}^2$  when it suddenly has the net force exerted upon increased by a factor of 2. The new acceleration will be \_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ .
  - An object is accelerating at a rate of  $8 \text{ m/s}^2$  when it suddenly has the net force exerted upon increased by a factor of 4. The new acceleration will be \_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ .
  - An object is accelerating at a rate of  $8 \text{ m/s}^2$  when it suddenly has the net force exerted upon decreased by a factor of 2. The new acceleration will be \_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ .
  - An object is accelerating at a rate of  $8 \text{ m/s}^2$  when it suddenly has its mass increased by a factor of 2. The new acceleration will be \_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ .
  - An object is accelerating at a rate of  $8 \text{ m/s}^2$  when it suddenly has its mass decreased by a factor of 4. The new acceleration will be \_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ .

#### **Gambar 2.7 Tampilan Fitur *Curriculum Corner***

(Sumber: Henderson, 2020)

Berdasarkan uraian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa laboratorium virtual *the physics classroom* memiliki keunggulan yang menjadikannya relevan dan efektif sebagai media pembelajaran fisika khususnya dalam mengembangkan keterampilan proses sains. Laboratorium virtual *the physics classroom* tidak hanya berfungsi sebagai pengganti laboratorium nyata, tetapi juga sebagai media pedagogis strategis yang mampu memperkuat keterampilan proses sains, meningkatkan pemahaman konsep, serta menjembatani kesenjangan antara tuntutan kurikulum dan kondisi pembelajaran di lapangan.

#### **2.1.3 Group Investigation**

*Group investigation* merupakan model pembelajaran tipe *cooperative learning*. Menurut Slavin (1995) *cooperative learning* adalah suatu model pembelajaran di mana peserta didik belajar dan bekerja dalam kelompok-kelompok kecil secara kolaboratif untuk mencapai tujuan bersama dan memaksimalkan

belajar mereka sendiri maupun anggota kelompoknya. *Coperative learning* terdiri dari beberapa jenis salah satunya *group investigation*. Arends (2012) dalam bukunya mengemukakan bahwa *group investigation* adalah model pembelajaran kooperatif di mana peserta didik tidak hanya bekerja bersama, tetapi juga berperan aktif dalam merencanakan topik yang akan dipelajari dan prosedur investigasi yang akan digunakan.

*Group Investigation* pertama kali dirancang oleh Herbert Thelen yang kemudian disempurnakan oleh Sharan. *Group investigation* secara aktif melibatkan peserta didik dalam merencanakan topik yang akan dipelajari dan cara melakukan investigasi. Hal ini memerlukan norma dan struktur kelas yang lebih canggih. Tipe kelompok pada *group investigation* yaitu bersifat heterogen yang terdiri dari 5 sampai 6 anggota. Dalam model pembelajaran *group investigation* guru membagi kelompok kemudian peserta didik memilih topik tertentu dan melakukan investigasi sampai menyiapkan dan mempresentasikan hasilnya. Model pembelajaran *group investigation* lebih berfokus pada pemberian kesempatan kepada peserta didik untuk memberikan lebih banyak waktu dalam berinteraksi dengan komponen-komponen pembelajaran serta memanfaatkan dan mengembangkan dasar intelektualnya (Astini, 2023). Model pembelajaran yang mendorong keterlibatan belajar peserta didik dalam kelompok kecil adalah *group investigation*, selain itu model ini mengharuskan peserta didik untuk memiliki kemampuan yang baik dalam keterampilan proses kelompok (*group process skills*) maupun dalam berkomunikasi (Ndoa et al., 2024). Menurut Agreni T et al. (2024) penerapan model pembelajaran kooperatif *group investigation* bertujuan agar peserta didik dapat bekerja sama dalam kelompok dan belajar interaksi antar peserta didik. *Group investigation* juga merupakan model pembelajaran kooperatif yang paling kompleks karena memadukan antara prinsip belajar kooperatif dengan pembelajaran yang berbasis konstruktivisme dan prinsip pembelajaran demokrasi (Vani Noviyanti et al., 2024)

Berdasarkan beberapa pendapat yang telah disebutkan di atas, dapat disimpulkan bahwa *group investigation* merupakan tipe model pembelajaran kooperatif dengan prinsip konstruktivisme yang berfokus pada keterlibatan peserta didik dalam pembelajaran. Dengan demikian *group investigation* juga memberikan

kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan dasar intelektualnya melalui kegiatan investigasi dalam kelompok-kelompok kecil yang dibentuk secara heterogen dengan tujuan untuk membantu peserta didik dalam memahami materi pembelajaran dan menumbuhkan keterampilan proses secara berkelompok. Model *group investigation* memiliki 6 langkah seperti yang disajikan pada Tabel 2.2.

**Tabel 2. 2 Sintaks Model Pembelajaran *Group Investigation***

<b>Sintaks</b>	<b>Aktivitas Guru</b>	<b>Aktivitas Peserta Didik</b>
<i>Topic Selection</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Memfasilitasi pemilihan topik atau subtopik investigasi sesuai tema pembelajaran.</li> <li>▪ Membimbing pembentukan kelompok kecil secara heterogen berdasarkan minat dan kemampuan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menetapkan subtopik investigasi yang akan dikaji.</li> <li>▪ Membentuk kelompok kecil yang bersifat heterogen (berbeda kemampuan dan jenis kelamin).</li> </ul>
<i>Cooperative Planning</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Membimbing peserta didik dalam merencanakan kegiatan investigasi, termasuk menentukan tujuan, prosedur, dan pembagian tugas.</li> <li>▪ Memberikan arahan tentang sumber belajar yang dapat digunakan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menyusun rencana belajar kelompok: menentukan apa yang akan dipelajari, tujuan, prosedur, dan pembagian peran/tugas masing-masing anggota.</li> <li>▪ Menentukan sumber belajar yang relevan.</li> </ul>
<i>Implementation</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Memantau dan memfasilitasi pelaksanaan rencana investigasi.</li> <li>▪ Memberikan bimbingan, dan bantuan jika diperlukan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Melaksanakan kegiatan investigasi sesuai rencana.</li> <li>▪ Bekerjasama dalam mengumpulkan data, berdiskusi, bertukar informasi dan ide antar anggota kelompok.</li> </ul>
<i>Analysis and Synthesis</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Membimbing peserta didik dalam menganalisis hasil temuan investigasi.</li> <li>▪ Mengarahkan peserta didik menyusun laporan hasil investigasi dan mempersiapkan presentasi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menganalisis dan mengevaluasi informasi yang telah dikumpulkan.</li> <li>▪ Menyusun laporan hasil investigasi dan mempersiapkan bahan presentasi kelompok.</li> </ul>

Sintaks	Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta Didik
<i>Presentation of Final Product</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mengatur mekanisme presentasi antar kelompok.</li> <li>▪ Memberikan umpan balik terhadap hasil presentasi dan partisipasi diskusi, serta memberikan engutan materi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menyajikan hasil investigasi di depan kelas.</li> <li>▪ Kelompok lain berperan sebagai audiens aktif: mengamati, mengajukan pertanyaan, dan memberikan tanggapan.</li> </ul>
<i>Evaluation</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Melakukan refleksi dan evaluasi pembelajaran bersama peserta didik.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Berpartisipasi dalam refleksi dan evaluasi pembelajaran.</li> </ul>

#### 2.1.4 Keterkaitan Keterampilan Proses Sains, Laboratorium Virtual, dan *Group Investigation*

Laboratorium virtual *the physics classroom* merupakan media simulasi interaktif berbasis *website* yang menyediakan berbagai fitur dan beberapa simulasi yang dapat mendukung kegiatan praktikum pada pembelajaran Fisika. Media ini memiliki fleksibilitas yang tinggi sehingga dapat digunakan tanpa keterbatasan ruang dan waktu.

Keterampilan proses sains merupakan suatu keterampilan dasar yang perlu dikembangkan oleh peserta didik melalui kegiatan investigasi serta pemahaman metode dan prosedur tata cara pelaksanaan penelitian ilmiah. Indikator keterampilan proses sains dasar terdiri dari kemampuan mengamati, mengklasifikasi, memprediksi, mengukur, menyimpulkan, dan mengomunikasikan. Keterampilan proses sains dapat dilatihkan pada peserta didik dengan kegiatan praktikum (Subeki et al., 2022).

Kaitan laboratorium virtual *the physics classroom* dengan keterampilan proses sains yaitu, laboratorium virtual ini merupakan media yang dapat digunakan dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik. Hal ini selaras dengan hasil penelitian Suswati & Subhan (2021) bahwa laboratorium virtual dapat juga membantu meningkatkan keterampilan sains peserta didik. Selain itu, terdapat respons positif peserta didik setelah menggunakan media simulasi virtual *the physics classroom* dengan rata-rata persentase respons peserta didik sebesar 82,4% (Ahmad Fauji et al., 2022). Keterampilan proses sains dapat menjadi salah satu metode untuk mencapai standar kompetensi kurikulum Indonesia melalui proses

pembelajaran di laboratorium untuk meningkatkan pemahaman peserta didik tentang fisika (Diana et al., 2020). Namun, meskipun fasilitas laboratorium kurang memadai, kegiatan praktikum masih dapat dilaksanakan menggunakan media laboratorium virtual.

Untuk mendukung keterlaksanaannya, maka dibutuhkan suatu kerangka kerja prosedural yang lebih spesifik dan terstruktur untuk mengimplementasikan pembelajaran. Model pembelajaran yang berfokus pada proses investigasi secara berkelompok adalah *group investigation*. Model ini sangat cocok untuk kegiatan praktikum, dimana peserta didik dapat terlibat aktif dalam proses penelitian dan penemuan. Hal ini sejalan dengan penelitian Nurdin (2021), menunjukkan bahwa model *group investigation* dapat meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik seperti keterampilan bertanya, merencanakan, mengamati, dan berkomunikasi dalam konteks pembelajaran sains. Keterkaitan antara keterampilan proses sains, laboratorium virtual dan model pembelajaran *group investigation* disajikan pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3 Keterkaitan Laboratorium Virtual, *Group Investigation* dan Keterampilan Proses Sains**

<b>Sintaks <i>Group Investigation</i></b>	<b>Peran Laboratorium Virtual</b>	<b>Indikator Keterampilan Proses Sains (KPS)</b>
<i>Topic Selection</i>	Laboratorium virtual digunakan untuk menampilkan fenomena awal, seperti mengeksplorasi faktor-faktor yang memengaruhi percepatan suatu benda ketika dikenai gaya.	Mengamati
<i>Cooperative Planning</i>	Laboratorium virtual dimanfaatkan untuk menampilkan simulasi variabel percobaan (misalnya gaya, massa dan percepatan), sehingga peserta didik dapat mendiskusikan dan memprediksi hubungan antar variabel sebelum melakukan percobaan digital.	Memprediksi
<i>Implementation</i>	Laboratorium virtual berfungsi sebagai sarana utama percobaan digital. Peserta didik dapat mengubah variabel bebas (misalnya mengubah besar gaya, massa benda, atau	Mengamati, Mengukur

<b>Sintaks <i>Group Investigation</i></b>	<b>Peran Laboratorium Virtual</b>	<b>Indikator Keterampilan Proses Sains (KPS)</b>
	permukaan lintasan), kemudian mengamati perubahan percepatan dan mencatat hasil pengamatan dalam bentuk tabel data.	
<i>Analysis and Synthesis</i>	Laboratorium virtual digunakan kembali untuk memverifikasi data percobaan dengan simulasi tambahan atau grafik digital. Peserta didik menganalisis hubungan antar variabel, membandingkan data, dan menyusun kesimpulan berdasarkan hasil percobaan yang divisualisasikan oleh laboratorium virtual.	Mengklasifikasi, Menyimpulkan
<i>Presentation of Final Product</i>	Laboratorium virtual mendukung presentasi hasil investigasi dengan menampilkan ulang simulasi percobaan.	Mengomunikasikan
<i>Evaluation</i>	Laboratorium virtual digunakan sebagai sarana untuk melakukan tes evaluasi setelah pembelajaran.	Menyimpulkan

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan laboratorium virtual dengan model pembelajaran *group investigation* secara sistematis mendukung pengembangan keterampilan proses sains peserta didik. Laboratorium virtual digunakan pengamatan fenomena awal, simulasi variabel percobaan, pencatatan data kuantitatif, analisis hubungan antar variabel, serta penyajian hasil investigasi. Dengan demikian, setiap tahap sintaks *group investigation* mulai dari pemilihan topik, perencanaan kolaboratif, implementasi, analisis, hingga presentasi dan evaluasi secara langsung menjadi wadah dalam proses pengamatan menggunakan laboratorium virtual. Sehingga keduanya dapat meningkatkan keterampilan ilmiah secara menyeluruh.

### 2.1.5 Materi Hukum Newton

Gaya adalah tarikan atau dorongan yang dapat memengaruhi keadaan suatu benda, sedangkan gerak adalah perubahan posisi suatu benda terhadap titik acuan dalam selang waktu tertentu. Filsuf seperti Plato (427-347 SM) dan Aristoteles

(384-322 SM) telah mengemukakan idenya terkait dengan gerak dan gaya, tetapi konsepnya bersifat abstrak dan sulit untuk diaplikasikan.

Satuan gaya dalam *system* SI adalah Newton yang di beri simbol N. satu Newton didefinisikan sebagai gaya yang bekerja pada massa 1 kg benda sehingga menimbulkan percepatan  $1 \text{ m/s}^2$ . Massa ( $m$ ) adalah banyaknya materi dalam suatu benda, nilainya tetap di mana pun. Massa termasuk besaran skalar dengan satuan kg, gram, atau ton. Jika benda dijatuhkan, kecepatannya bertambah karena ada gaya gravitasi yang menariknya. Gaya gravitasi adalah gaya yang bekerja pada benda karena tarikan bumi. Gaya tarik Bumi ini disebut berat benda ( $w$ ). Semakin jauh dari permukaan bumi, maka percepatan gravitasinya makin kecil. Secara matematis dapat dirumuskan dengan persamaan berikut.

$$\vec{w} = m\vec{g} \quad (1)$$

Keterangan:

$\vec{w}$  = berat benda (N)

$m$  = massa benda (kg)

$\vec{g}$  = percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

Konsep gaya telah disederhanakan dalam persamaan matematis oleh Sir Isaac Newton (1642-1727) pada Hukum I, II dan III Newton.

#### a. Hukum I Newton (Hukum Kelembaman)

Seorang filsuf bernama Galileo Galilei (1564 –1642) menunjukkan bahwa benda diam dan benda yang bergerak dengan kecepatan tetap memiliki keadaan yang sama. Ide Galileo Galilei kemudian dikembangkan oleh Sir Isaac Newton. Dalam hukum pertamanya, Newton menjelaskan keadaan benda jika benda tidak dipengaruhi oleh gaya luar atau benda memiliki resultan gaya nol (gaya total nol). Hukum I Newton dinyatakan sebagai berikut: “Jika resultan gaya yang bekerja pada benda sama dengan nol, benda yang diam akan tetap diam atau benda yang bergerak lurus beraturan akan tetap bergerak lurus beraturan.”

$$\sum \vec{F} = 0 \quad (2)$$

Keterangan:

$\sum F$  = resultan gaya (N)

Perhatikan gambar di bawah ini!



**Gambar 2.8 Mobil yang Diam Kemudian Bergerak Merupakan Contoh dari Hukum I Newton**

(Sumber: Radjawane et al.,2022)

Saat anda naik mobil lalu mobil tiba-tiba dijalankan, anda akan terdorong ke belakang. Ketika mobil yang bergerak tiba-tiba berhenti, anda akan terdorong ke depan karena anda cenderung mempertahankan keadaan diam atau yang disebut dengan kelembaman. Hukum I Newton sering disebut juga dengan hukum kelembaman (kemalasan), karena pada dasarnya setiap benda mempunyai sifat mempertahankan kedudukannya dari posisi semula.

#### **b. Hukum II Newton (Hukum tentang Gerak)**

Mengapa bus besar yang bergerak pelan bisa menimbulkan bahaya lebih besar dibandingkan bajaj dengan kecepatan yang sama saat terjadi benturan? Fenomena tersebut dapat dijelaskan dengan menggunakan konsep dalam fisika yang disebut dengan Hukum II Newton yang berbunyi “Percepatan yang ditimbulkan oleh gaya yang bekerja pada sebuah benda berbanding lurus dengan besar gayanya dan berbanding terbalik dengan massa benda”

$$\vec{a} = \frac{\sum \vec{F}}{m} \quad \text{atau} \quad \sum \vec{F} = m\vec{a} \quad (3)$$

Keterangan:

$\sum \vec{F}$  = resultan gaya (N)

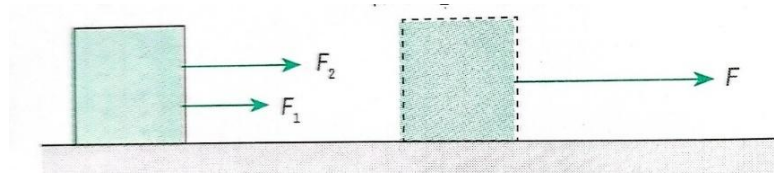
$m$  = massa benda (kg)

$\vec{a}$  = percepatan ( $m/s^2$ )

Saat bus bergerak, kecenderungan untuk berhenti akan lebih sulit dibandingkan dengan bajaj, karena memiliki kelembaman yang lebih besar, sehingga gaya untuk menghentikan bus tersebut akan lebih besar dibandingkan bajaj. Dari Hukum II Newton kita ketahui bahwa percepatan benda berbanding terbalik dengan massanya. Semakin besar massa benda, maka percepatan benda akan semakin kecil jika diberi gaya eksternal yang sama. Jika pada benda bekerja beberapa gaya yang searah seperti pada Gambar 2.9, maka persamaannya menjadi seperti berikut.

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} \quad (4)$$

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = m\vec{a} \quad (5)$$

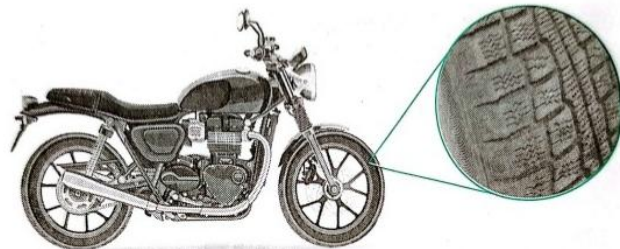


**Gambar 2.9 Sebuah Benda Ditarik Dengan Dua Gaya Searah**

(Sumber: Lasmi, 2023)

### **Pengaruh gaya gesek terhadap gerak benda**

Benda yang berada di atas lantai yang kasar akan lebih sulit ditarik dibandingkan dengan benda yang berada di atas lantai yang licin. Dua kegiatan tersebut terjadi karena antara benda dengan permukaan lantai ada yang menghambat gerakan benda, yaitu gaya gesek, yang arahnya selalu berlawanan dengan arah gerak benda. Gaya gesek ( $\vec{F}_{friction}$ ) merupakan konsep yang sangat penting dalam gerak sehari-hari salah satunya yang ditunjukkan pada Gambar 2.10.



**Gambar 2. 10 Tujuan Ban Motor Dibuah Bergerigi Agar Saat Di Rem Tidak Terjadi Slip**

(Sumber: Lasmi, 2023)

Terdapat dua jenis gaya gesek. Pertama adalah gaya gesek statis, merupakan gaya yang menahan gerakan benda dan memiliki arah yang berlawanan dengan gaya  $\vec{F}$  yang terjadi pada permukaan singgung antara balok dengan bidang datar. Secara matematis dapat dinyatakan dengan persamaan berikut ini.

$$\vec{f}_s \leq \vec{f}_{s\text{ maks}} = \mu_s \vec{N} \quad (6)$$

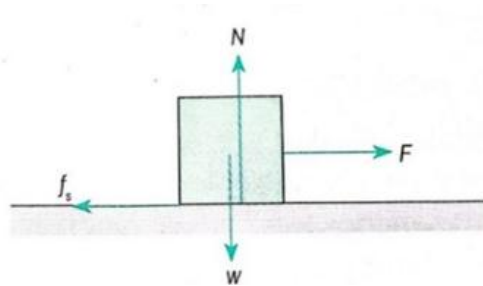
Keterangan:

$\vec{f}_s$  = gaya gesek statis (N)

$\vec{f}_{s\text{ maks}}$  = gaya gesek statis maksimum (N)

$\mu_s$  = koefisien gesek statis

$\vec{N}$  = gaya normal (N),  $\vec{N} = \vec{w}$



**Gambar 2. 11 Benda Tetap Diam Karena Ada Gaya Gesek Statis**  
(Sumber: Lasmi, 2023)

Jika  $\vec{F} < \vec{f}_{s\text{ maks}}$ , maka benda dalam keadaan diam

Jika  $\vec{F} = \vec{f}_{s\text{ maks}}$ , maka benda tepat akan bergerak

Jika  $\vec{F} > \vec{f}_{s\text{ maks}}$ , maka benda bergerak

Kedua adalah gaya gesek kinetik yang menghambat pergerakan benda. Jika gaya  $F$  semakin diperbesar, benda mulai bergerak dan saat bergerak gaya geseknya (gaya gesek kinetik) akan lebih kecil dari gaya gesek statis maksimum. Gaya gesek *kinetic* dapat dinyatakan dengan persamaan berikut.

$$\vec{f}_k = \mu_k \vec{N} \quad (7)$$

Keterangan:

$\vec{f}_k$  = gaya gesek kinetik (N)

$\mu_k$  = koefisien gesek kinetik

$\vec{N}$  = gaya normal (N),  $\vec{N} = \vec{w}$

Dimana  $\mu_k < \mu_s$  menunjukkan bahwa koefisien gesek kinetik lebih kecil dibandingkan dengan koefisien gesek statis.

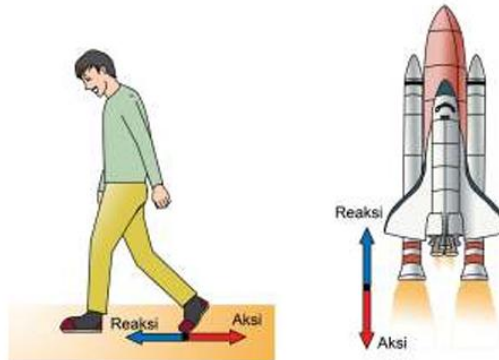
Sehingga gaya gesek kinetik lebih kecil dibandingkan gaya gesek statis  $f_k < f_s$

### c. Hukum III Newton (Hukum Aksi Reaksi)

Dalam kehidupan sehari-hari, selalu ada interaksi antara beberapa benda, interaksi umumnya diawali dengan aksi. Dalam fisika setiap aksi selalu ada reaksi yang arahnya berlawanan dengan aksi tersebut. Hal ini dinyatakan dalam Hukum ke III Newton yaitu “Setiap aksi akan menimbulkan reaksi, jika kita mengerjakan gaya pada sebuah benda, benda tersebut akan mengerjakan gaya pada kita yang sama besarnya, tetapi dengan arah yang berlawanan.”

$$\vec{F}_{aksi} = -\vec{F}_{reaksi} \quad (8)$$

Fenomena aksi-reaksi sering kita temukan dalam kehidupan sehari-hari. Roket dapat terdorong ke atas karena ada semburan gas panas yang ditembakkan ke bawah. Saat kita berjalan, reaksi kita berjalan ke depan dikarenakan kaki kita menyapu ke arah belakang.



**Gambar 2. 12 Pasangan Gaya Aksi Reaksi**

(Sumber: Lasmi, 2023)

## 2.2 Hasil yang Relevan

Menurut Fauji et al. (2022) terdapat peningkatan hasil belajar peserta didik pada pokok bahasan momentum, impuls, dan tumbukan di kelas X MIPA 2 MAN 1 Majalengka setelah menggunakan simulasi virtual berbasis web *the physics classroom*, dan mendapat respons positif dengan rata-rata persentase respons peserta didik sebesar 82,4% setelah menggunakan media simulasi virtual *the physics classroom*. Selain itu, pada penelitian lain dengan materi yang sama menyatakan bahwa penggunaan media eksperimen *the physics classroom* juga berpengaruh terhadap hasil belajar kognitif peserta didik (Farliani et al., 2022).

Kegiatan praktikum menggunakan laboratorium virtual merupakan salah satu metode yang dapat mendukung peningkatan keterampilan proses sains. Menurut Amanda & Wulandari (2025) bahwa penggunaan laboratorium virtual secara signifikan meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik pada materi Hukum Newton, menunjukkan bahwa media simulasi digital dapat mendukung pembelajaran fisika yang menuntut aktivitas proses ilmiah, dari pengamatan sampai penarikan kesimpulan. Selain itu, Tunisa et al. (2023) menyimpulkan bahwa integrasi media laboratorium virtual dalam kerangka pembelajaran inkuiri terbimbing mempunyai potensi untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik pada domain Getaran dan Gelombang.

Penelitian berbeda yang dilakukan oleh Yunita & Makiyah (2021) menyatakan bahwa model pembelajaran kooperatif tipe *group investigation* efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik SMA materi elastisitas bahan. Sementara itu, pada variabel yang berbeda dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata keterampilan berpikir kritis yang digunakan kelompok peserta didik yang belajar menggunakan model *e-learning* berbasis *group investigation* relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok peserta didik yang belajar menggunakan model *e-learning* berbasis *direct intruction* (Krisparinama et al., 2020).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, laboratorium virtual dan model pembelajaran *group investigation* terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains dan hasil belajar peserta didik dalam berbagai materi fisika. Kombinasi kedua pendekatan ini dalam penelitian yang dilakukan memiliki

dasar yang kuat dan didukung oleh temuan empiris terdahulu. Oleh karena itu, penelitian ini berpotensi memberikan kontribusi baru dalam mengkaji efektivitas kombinasi laboratorium virtual dan *group investigation* dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik pada materi Hukum Newton.

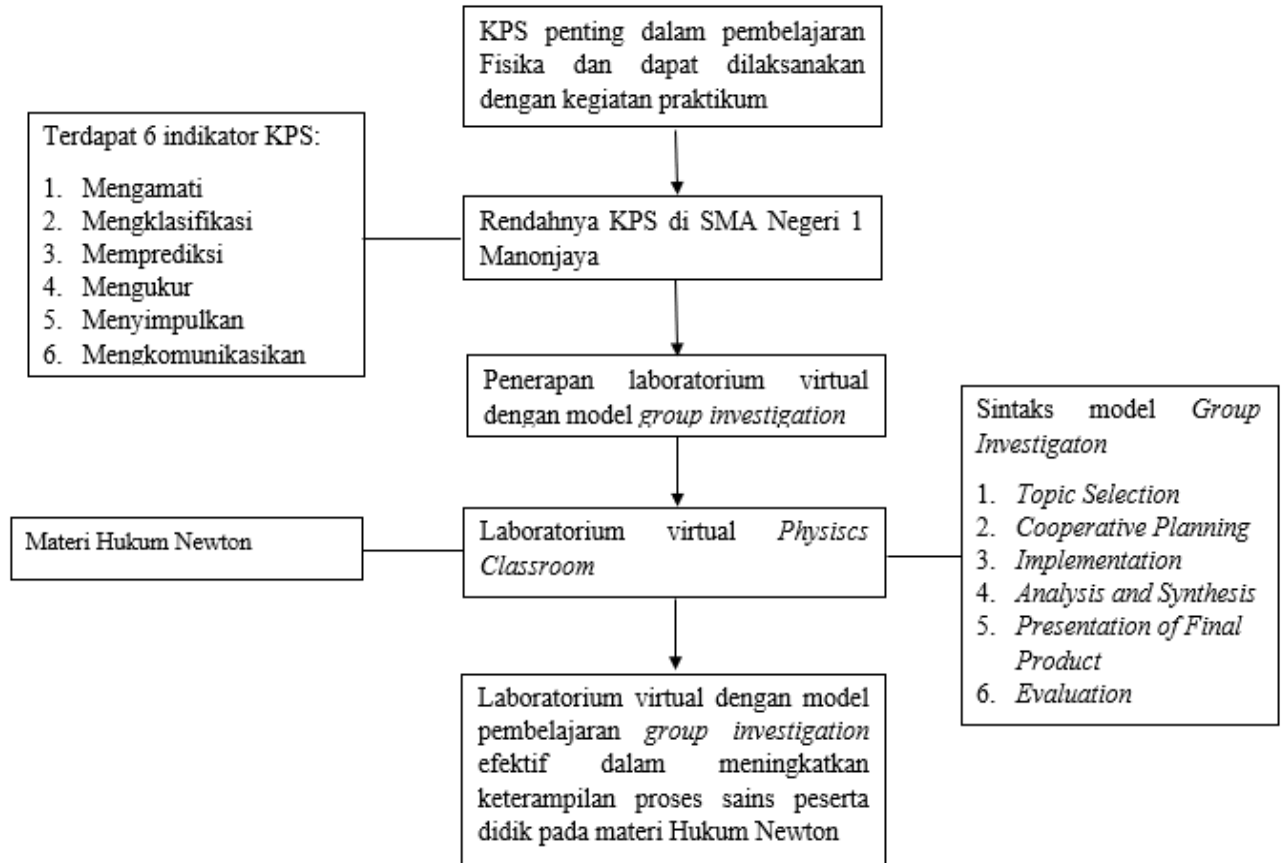
### 2.3 Kerangka Konseptual

Keterampilan Proses Sains (KPS) merupakan modal dasar untuk peserta didik berproses pada pembelajaran sains seperti melakukan kegiatan memperoleh data untuk menemukan konsep, prinsip, hukum dan teori dalam ilmu fisika. Namun, berdasarkan hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan di SMA Negeri 1 Manonjaya pada kelas XII MIPA dengan metode wawancara, observasi dan tes menunjukkan bahwa keterampilan proses sains peserta didik masih rendah dengan perolehan nilai rata-rata tes keterampilan proses sains sebesar 29,84 %. Hasil wawancara juga menunjukkan bahwa kegiatan praktikum masih jarang dilakukan karena keterbatasan fasilitas laboratorium sehingga peserta didik masih belum terbiasa dalam kegiatan tersebut.

Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu adanya media berupa laboratorium virtual yang dapat menunjang keterampilan proses sains peserta didik pada pembelajaran fisika. Laboratorium virtual yang dapat mendukung kegiatan praktikum adalah *the physics classroom*. *The physics classroom* merupakan simulasi interaktif berbasis *website* yang menyediakan berbagai simulasi fisika dengan fitur-fitur yang dapat membantu peserta didik dalam kegiatan penemuan konsep fisika. Selain itu, untuk mendukung keterlaksanaannya diperlukan suatu model pembelajaran yang berfokus pada proses investigasi secara berkelompok. Model pembelajaran tersebut adalah *group investigation*. Laboratorium virtual dan model pembelajaran *group investigation* terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains, karena laboratorium virtual memungkinkan peserta didik melakukan eksplorasi dan percobaan dalam pembelajaran fisika meskipun tanpa adanya laboratorium nyata, sedangkan model pembelajaran *group investigation* dapat membantu keterlibatan aktif peserta didik dalam kegiatan praktikum yang dilakukan secara berkelompok.

Peran guru dalam penggunaan laboratorium virtual *the physics classroom* adalah sebagai fasilitator yang merancang kegiatan pembelajaran, menyusun modul praktikum, serta membimbing peserta didik selama proses praktikum berlangsung. Sehingga, penerapan laboratorium virtual *the physics classroom* yang dipadukan dengan model pembelajaran *group investigation* diharapkan mampu menciptakan pembelajaran yang efektif dan bermakna.

Berdasarkan kerangka konseptual tersebut, diduga bahwa penerapan laboratorium virtual *the physics classroom* dengan model pembelajaran *group investigation* efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik pada materi Hukum Newton. Gambar 2.13 menunjukkan kerangka konseptual penelitian yang menggambarkan hubungan antara variabel-variabel yang diteliti.



**Gambar 2. 13 Kerangka Konseptual**

## 2.4 Hipotesis Penelitian

$H_0$  : Laboratorium virtual dengan model pembelajaran *group investigation* tidak efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik pada materi Hukum Newton.

$H_a$  : Laboratorium virtual dengan model pembelajaran *group investigation* efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik pada materi Hukum Newton.