



## Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ) Universitas Papua

Web: <http://jurnal.unipa.ac.id/index.php/kpej>



### The Improvement Understand through Development of Digital's Teaching Materials Oriented on Interactive Lecture Demonstrations Model on Particle Dynamic's Material

Novitasari<sup>1\*</sup>, Elisa Mayang Sari<sup>1</sup>, Indah Riezky Pratiwi<sup>2</sup>, Gagah Pebriano<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Elektronika, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

<sup>2</sup>Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

<sup>3</sup>Teknik Mesin dan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

\*Corresponding author: p1p1n0v1t4s4r1@gmail.com

**Abstract:** Understanding is a basic middle level thinking skill based on the revised Bloom's taxonomy. One learning model that is student-centered is Interactive Lecture Demonstration (ILDs). Surveys prove that particle dynamics is one of the physics topics that is difficult for students to understand. As a result, students cannot construct their own understanding. The development of ILDs model-oriented digital teaching materials is a solution. The subjects focused on students in class XI Science in two classes which were used as experiment and control. Development research applies four stages, including definition, design, development and dissemination. The aim of this development is to improve the ability to understand. So for dissemination, mixed research methods are applied with a sequential explanatory strategy. This strategy was chosen because research is dominated by quantitative research. Subjects were given two instruments, namely a comprehension ability test to obtain an overview of comprehension abilities that can be strengthened through the implementation of digital teaching materials and an attitude scale sheet to see students' perspectives regarding the implementation of digital teaching materials. The results obtained by the characteristics of teaching materials contain a series of stages of the ILDs model and can improve understanding abilities.

**Keywords:** Digital's teaching materials, interactive lecture demonstration, particle dynamics, understand

### Peningkatan Kemampuan Memahami melalui Pengembangan Bahan Ajar Digital Berorientasi Model Interactive Lecture Demonstrations Materi Dinamika Partikel

**Abstrak:** Memahami merupakan keterampilan dasar berpikir tingkat menengah berdasarkan taksonomi Bloom revisi. Salah satu model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik yaitu *Interactive Lecture Demonstration* (ILDs). Survei membuktikan bahwa dinamika partikel merupakan salah satu topik fisika yang sulit dipahami peserta didik. Akibatnya peserta didik tidak dapat mengkonstruksi pemahamannya sendiri. Pengembangan bahan ajar digital berorientasi model ILDs merupakan sebuah solusi. Subjek difokuskan pada peserta didik kelas XI IPA sebanyak dua kelas yang dijadikan sebagai eksperimen dan kontrol. Penelitian pengembangan menerapkan empat tahapan, meliputi pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan diseminasi. Muara dari pengembangan ini adalah untuk meningkatkan kemampuan memahami. Sehingga pada diseminasi menerapkan metode penelitian campuran (*mixed method*) dengan strategi *sequential explanatory*. Strategi ini dipilih karena penelitian lebih didominasi oleh penelitian kuantitatif. Subjek diberikan dua instrumen, yaitu tes kemampuan memahami untuk memperoleh gambaran kemampuan memahami yang dapat dikuatkan melalui implementasi bahan ajar digital dan lembar skala sikap untuk melihat perspektif peserta didik terkait implemetasi bahan ajar digital. Hasil yang diperoleh karakteristik bahan ajar memuat serangkaian tahapan model ILDs dan dapat meningkatkan kemampuan memahami.

**Kata kunci:** Bahan ajar digital, dinamika partikel, memahami, *interactive lecture demonstrations*

## PENDAHULUAN

Pembelajaran fisika yang bermakna dan dipahami peserta didik adalah sebuah PR bagi pendidik. Peserta didik sukar memahami materinya dan terkesan tidak suka (Mawarni et al., 2023). Padahal bagaimana alam berinteraksi dalam bentuk fenomena dikaji secara fisika. Fisika lahir secara empiris dan berkontribusi dalam perkembangan teknologi serta kehidupan manusia (Harefa, 2019; Haspen et al., 2021). Permasalahan sudah menjadi rahasia umum adalah peserta didik belum bisa menyelesaikan kasus-kasus dengan konsep fisika. Penyebabnya adalah bahan ajar yang digunakan belum bersinergi dengan tuntutan abad saat ini, berfokus pada satu buku teks, dan belum terintegrasi dengan teknologi (Pratama et al., 2021; Wati & Asrizal, 2022). Selain itu, proses pembelajaran belum optimal jika pembelajaran masih berorientasi pada pendidik selaku sumber belajar (Wardani et al., 2019). Pendidik dituntut mengemas pembelajaran sedemikian rupa sehingga memotivasi peserta didik untuk ikut belajar saat pembelajaran berlangsung. Pendidik dengan kemampuan pedagogiknya semestinya mampu merencanakan pembelajaran dengan baik.

Perencanaan pembelajaran selalu dilakukan sebelum pembelajaran dilaksanakan. Salah satu sarana pembelajaran yang penting dipersiapkan adalah bahan ajar (Putrantana et al., 2020). Bahan ajar yang disinergikan dengan pemanfaatan teknologi dapat memberikan suasana baru di kelas. Suasana baru yang dihadirkan adalah peserta didik menjadi lebih fokus dan tertarik dalam melakukan pembelajaran sehingga lebih termotivasi dalam melakukan pembelajaran. Pemanfaatan teknologi dapat dilakukan dengan cara menerapkan multimedia di dalam menyajikan materi dalam bahan ajar. Bahan ajar yang mudah dipahami peserta didik dan menarik dibutuhkan pendidik (Rahmawati et al., 2023). Adanya teknologi membuat pembelajaran menjadi aktif dan menarik (Khairunnisa & Ain, 2022). Selain itu dapat memperjelas materi yang disampaikan (Illahi, 2018). Penggunaan teknologi dalam penyajian pembelajaran adalah satu hal yang disarankan kepada pendidik.

Dinamika partikel adalah materi yang berpotensi terjadinya gagal paham. Hasil pemberian tes kemampuan memahami terkait dinamika partikel mengungkapkan fakta bahwa persentase peserta didik yang paham di bawah 60 %. Hasil wawancara kepada beberapa orang siswa terkait bagaimana seorang pendidik di dalam membelajarkan dinamika partikel mengungkapkan bahwa pembelajaran yang dilakukan masih terfokus pada penyelesaian soal hitungan sehingga memberikan stigma kepada peserta didik bahwa fisika identik dengan rumus dan penyelesaian soal yang panjang. Kebermaknaan belajar Fisika jadi tidak tersentuh pada pribadi peserta didik. Hasilnya peserta didik tidak paham konsep penting dalam sebuah materi yang dibelajarkan. Akibatnya peserta didik menyelesaikan satu kasus dengan menghafal proses pengerjaan tanpa memaknainya.

Penyampaian materi yang tidak didasari dengan pemberian pengalaman langsung berupa eksperimen atau demonstrasi membuat konsep yang ada materi dinamika partikel menjadi abstrak. Tambahan pula, peserta didik perlu memahami diagram bebas gaya untuk digunakan dalam menyelesaikan kasus gerak secara mekanika. Hal ini membuat pembelajaran dinamika partikel semakin jauh dari kata mudah dipahami. Padahal pemahaman materi ini merupakan pondasi dasar sebelum menuju ke materi kesetimbangan benda tegar, dinamika benda tegar, dan materi yang ada di cakupan mekanika.

Studi lapangan juga mengungkapkan bahwa pembelajaran yang dilaksanakan tidak menggunakan bahan ajar yang mengadaptasi teknologi dan pembelajaran masih bersifat konvensional. Padahal kemampuan memahami konsep fisika terbukti meningkat dengan

menerapkan multimedia interaktif dalam pembelajaran fisika (Santhalia & Sampebatu, 2020). Pemanfaatan multimedia interaktif dalam bahan ajar dikategorikan sebagai bahan ajar yang dibuat secara digital. dapat membuat nuansa kelas menjadi aktif dan pembelajaran efektif (Lady et al., 2021). Hal ini mengindikasikan bahwa jika bahan ajar yang dikembangkan secara digital maka pembelajaran yang dilaksanakan menjadi lebih efektif, interaktif, dan kondusif serta kemampuan memahami konsep menjadi meningkat. Oleh karena itu perlu adanya pengembangan bahan ajar digital materi dinamika partikel yang diimplementasikan pada pembelajaran yang dilaksanakan dengan model *Interactive Lecture Demonstrations* (ILDs). Tujuannya adalah bahan ajar digital dapat memberikan retensi yang lebih besar kepada peserta didik sehingga terjadi peningkatan kemampuan memahami materi dinamika partikel.

## LANDASAN TEORI

### Bahan Ajar Digital

Bahan ajar adalah bahan yang dirancang pendidik secara sistematis untuk mensukseskan pembelajaran (Magdalena et al., 2020). Kesesuaian bahan ajar yang dirancang dengan perkembangan teknologi yang ada pada zamannya adalah sebuah keharusan (Aminuddin & Aminuddin, 2021). Bahan ajar yang didukung dengan perkembangan teknologi dinamakan dengan bahan ajar digital. Bahan ajar tersebut dikemas dengan menyajikan ragam media (teks, audio, gambar, video, animasi) (Fh et al., 2021; Putrantana et al., 2020). Setiap media mempunyai keunggulannya tersendiri. Jika bahan ajar dikemas dengan memanfaatkan semua media maka akan memberikan dampak retensi dan transfer. Kemudian bahan ajar yang dirancang perlu menyesuaikan kondisi peserta didik dalam belajar (Rahmawati et al., 2023). Artinya diperlukan sebuah data sampai sejauh mana kemampuan peserta didik dalam memahami sebuah materi. Salah satu cara sederhana dalam perancangan bahan ajar digital adalah dengan dukungan aplikasi *microsoft powerpoint*. Perancangan dengan memanfaatkan keunggulan yang ada di *microsoft powerpoint* dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika (Santhalia & Sampebatu, 2020). Sebagaimana yang diketahui, *microsoft powerpoint* sampai sejauh ini sudah dapat mengakomodir sajian variasi media. Mulai dari teks hingga video. Jikapun terdapat animasi maka aplikasi ini bisa meng~~hyper~~*link* sehingga pembuat bahan ajar tidak perlu direpotkan dengan pembuatan bahan ajar dengan aplikasi yang rumit. Hal inilah yang memicu *microsoft powerpoint* menjadi pilihan aplikasi perancangan bahan ajar digital.

### Kemampuan Memahami

Memahami (*understand*) dapat dimaknai sebagai sebuah proses dimensi proses kognitif mendasar dari taksonomi Bloom revisi. Memahami adalah kemampuan mendasar sebelum meraih kemampuan lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa memahami materi yang berfokus pada konsep adalah penting diteliti dan terus dikaji baik secara teori maupun praktik (Wandi et al., 2023). Peserta didik dikatakan memahami jika dapat membuat intisari dari pembelajaran (Kartini et al., 2022; Nafiati, 2021). Intisari dapat dibuat walaupun pembelajaran disajikan secara verbal, tertulis, gambar, atau tabel. Penarikan intisari tersebut dapat dilakukan ketika mereka dapat membangun koneksi antara pengetahuan baru dan pengetahuan awal mereka.

Kemampuan memahami ini sendiri terbagi lagi menjadi tujuh kategori, yaitu *interpreting, exemplifying, classifying, summarizing, inferring, comparing, dan explaining* (Nafiati, 2021). Dari ketujuh kategori yang ada di dalam kemampuan memahami, kategori kemampuan memahami dalam penelitian ini hanya mengambil

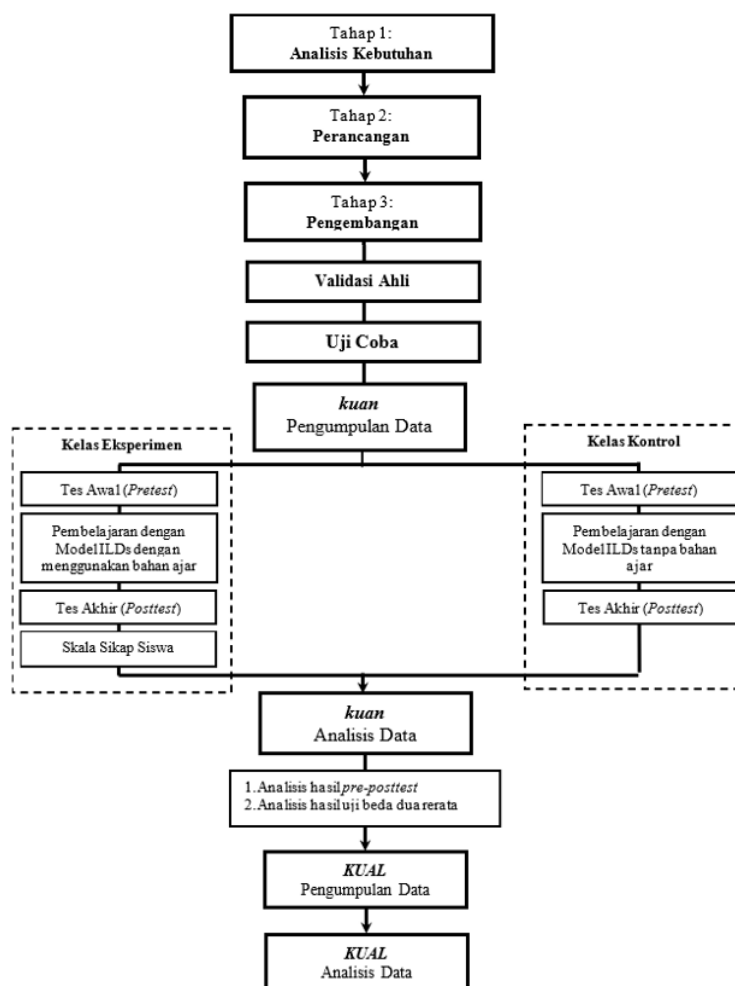
lima kategori, meliputi: *interpreting*, *exemplifying*, *inferring*, *comparing*, dan *explaining*. Sedangkan kategori *summarizing* dan *classifying* tidak dijadikan variabel dalam penelitian. Hal ini dikarenakan kedua kategori tersebut tidak dapat dicapai pada materi dinamika partikel. Contohnya kategori *classifying* melibatkan proses mendeteksi ciri-ciri kemudian mengharuskan siswa untuk menemukan kelompoknya sesuai dengan ciri-ciri yang telah dideteksi. Berdasarkan deskripsi dari kategori ini, tidak ada ciri-ciri yang perlu dideskripsikan pada materi dinamika partikel. Selain itu, *classifying* tidak dipelajari dalam materi dinamika partikel.

### ***Interactive Lecture Demonstrations***

Keefektifan pembelajaran didasari strategi yang digunakan berfokus pada tujuan pembelajaran dilihat dari taksonomi Bloom revisi (Pujawan et al., 2022). Hal ini mengindikasikan bahwa pemilihan model pembelajaran yang dapat mengakomodir tujuan pembelajaran adalah suatu strategi pembelajaran efektif. Salah satunya adalah model *Interactive Lecture Demonstrations*. Model ini biasa disingkat dengan model ILDs. Dikarenakan bahan ajar ditujukan untuk meningkatkan proses kognitif memahami dalam taksonomi Bloom revisi tahapan modelnya dapat memunculkan tujuan pembelajaran. Model ILDs yang dicetuskan oleh Thornton dan Sokoloff awalnya terdiri dari prosedur (Wahyuni et al., 2017). Kemudian difokuskan pada tiga tahapan, yaitu tahap prediksi, pengamatan, dan refleksi.

### **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini berjenis pengembangan menurut Thiagarajan. Jenis ini memiliki empat tahap proses pengembangan. Pertama tahap pendefinisian (*define*). Pendefinisian dilakukan untuk mencari, mengumpulkan, dan menganalisis informasi yang berkaitan dengan seberapa penting bahan ajar digital untuk dikembangkan. Informasi diperoleh melalui kegiatan wawancara peserta didik dan pendidik. Kemudian didukung dengan data yang berkaitan profil hasil belajar saat mempelajari materi dinamika partikel. Tahap pendefinisian dapat dikatakan dengan analisis kebutuhan. Kedua perancangan (*design*). Perancangan dilakukan dengan cara mengumpulkan bahan terkait pembuatan bahan ajar digital. Bahan yang dimaksud adalah video, animasi, dan simulasi yang dapat memberikan pengalaman langsung kepada peserta didik terkait materi dinamika partikel. Setelah seluruh bahan dikumpulkan, dilakukan pemilihan media dengan pertimbangan dapat menjadi sarana dalam memunculkan kemampuan memahami. Selain itu, penyajian bahan ajar digital perlu memperhatikan tahapan dalam pembuatan bahan ajar yang baik. Selanjutnya *Storyboard* dibuat untuk mempermudah terbacanya alur penyajian bahan ajar digital. Ketiga pengembangan (*develop*). Terakhir adalah penyebaran (*disseminate*). Kedua tahapan ini dilakukan dengan menggunakan *mix method* strategi eksplanatoris sekuensial. Pengembangan bahan ajar digital yang dirancang dengan cara divalidasi. Validasi yang dilakukan ada dua, yaitu validasi ahli materi dan desain. Selanjutnya uji coba dilakukan dengan cara mengumpulkan dan menganalisis data secara kuantitatif. Kemudian hasil analisis data diinterpretasi ke dalam bentuk data secara kualitatif berupa dianalisis untuk memperoleh karakteristik, kekuatan, dan kelemahan bahan ajar berdasarkan implementasinya dalam pembelajaran fisika yang berorientasi pada peningkatan kemampuan memahami materi dinamika partikel. Semuanya tertuang dalam bentuk prosedur percobaan yang dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Prosedur percobaan

Populasi dari penelitian ditetapkan pada kelas XI IPA. Dua kelas (eksperimen dan kontrol) dari empat kelas digunakan dalam penelitian dengan menggunakan teknik pengambilan sampel *purposive class sampling*. Dua instrumen digunakan dalam penelitian, antara lain lembar skala sikap dan tes kemampuan memahami.

Lembar skala sikap berisi 6 pernyataan yang menanyakan perspektif peserta didik dalam melakukan pembelajaran berbantuan bahan ajar yang didukung dengan multimedia. Peserta didik mengisi jawaban pada lembar skala sikap yang dibagikan setelah pembelajaran dilakukan dengan melakukan centrang pada opsi jawaban. Opsi jawaban yang disediakan ada empat, yaitu sangat setuju, setuju, tidak setuju, dan sangat tidak setuju. Jawaban kemudian dianalisis dan diinterpretasi dalam bentuk persentase.

Tes kemampuan memahami terdiri dari 24 soal yang sudah valid dan reliabel. Tes ini mengujikan lima kategori kemampuan memahami. Kelima kategori tersebut antara lain menafsirkan (*interpreting*) dengan jumlah enam soal, mencontohkan (*exemplifying*) dengan jumlah lima soal, menginferensi (*inferring*) dengan jumlah tiga soal, membandingkan (*comparing*) dengan jumlah enam soal, dan menjelaskan (*explaining*) dengan jumlah empat soal. Tes diberikan sebelum perlakuan dan sesudahnya baik pada kelas eksperimen maupun kontrol. Hal ini dikarenakan untuk mendapatkan gambaran seberapa besar kemampuan memahami meningkat. Peningkatan kemudian dikategorikan dalam segi peningkatan tinggi, sedang, dan rendah dengan menggunakan rumus normalisasi gain (*N-gain*).

Data normalisasi gain yang didapatkan dari dua kelas digunakan untuk melihat apakah ada perbedaan peningkatan kemampuan memahami antara dua kelas. Uji yang dilakukan adalah uji beda dua rerata dengan prasyarat uji normalitas dan homogenitas sebagai penentuan data statistika parametrik atau non parametrik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Kebutuhan

Siswa mengalami kendala dalam memahami konsep yang ada pada materi dinamika partikel. Hal ini terbukti dari penelitian terkait miskonsepsi. Beberapa konsep yang masih gagal paham antara lain konsep gaya dan hukum Newton terutama hukum I Newton (Setyabudi & Rosdiana, 2020). Hal ini menjadi tolak ukur untuk memperkuat konsep apa saja yang perlu ditekankan dan diperhatikan dalam pembuatan bahan ajar digital. Kemudian dilakukan juga penelitian pendahuluan untuk mengetahui profil kemampuan memahami terkait materi dinamika partikel. Profil dapat dilihat pada Tabel 1. Informasi ini kemudian dijadikan bahan untuk merancang materi beserta keluasannya yang akan disajikan dalam bahan ajar.

**Tabel 1.** Profil kemampuan memahami materi dinamika partikel

Kategori dalam Kemampuan Memahami	Persentase Siswa yang Menjawab (%)	
	Benar	Salah
Menafsirkan	56,20	43,80
Mencontohkan	31,50	68,50
Menginferensi	53,70	46,30
Membandingkan	48,60	51,40
Menjelaskan	65,67	34,33
<b>Rata-rata</b>	<b>51,1</b>	<b>48,9</b>

Secara umum persentase siswa yang menjawab benar dan salah hanya memiliki selisih 2,2%. Jika ditelusuri dari persentase jumlah siswa yang menjawab benar pada lima kategori dalam kemampuan memahami, didapatkan informasi bahwa kategori menjelaskan memiliki kontribusi yang paling besar pada tes kemampuan memahami. Sedangkan persentase siswa yang menjawab benar pada kategori mencontohkan, menginferensi, menafsirkan, dan membandingkan masih perlu ditingkatkan. Informasi ini memberikan gambaran bahwa pada bahan ajar perlu melatih kemampuan memahami kategori mencontohkan, menginferensi, menafsirkan, dan membandingkan.

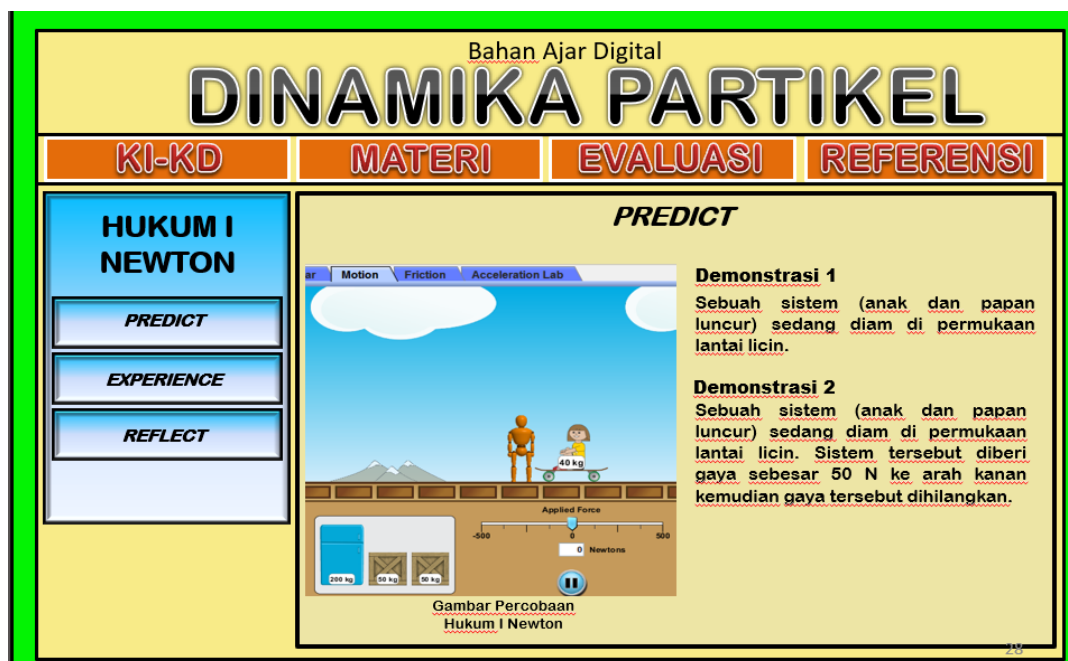
Selanjutnya dilakukan kegiatan wawancara terbuka kepada beberapa orang siswa secara langsung. Wawancara berkaitan dengan proses pembelajaran, penggunaan bahan ajar, persepsi terkait mata pelajaran fisika, dan tanggapan setelah menjawab soal pada tes awal. Terungkap bahwa pembelajaran yang dilakukan di kelas belum menggunakan bahan ajar berbasis multimedia. Kemudian pembelajaran yang dilakukan lebih menitikberatkan pada bagaimana rumus pada suatu materi fisika digunakan dalam latihan-latihan soal tanpa adanya pemaknaan dari setiap rumus fisika yang dibelajarkan. Tanggapan mereka terkait dengan pengerjaan tes awal adalah mereka merasa kesulitan dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut. Ada siswa yang mengungkapkan bahwa lebih baik soal yang diberikan berjenis hitungan bukan memahami konsep. Selain itu, ada juga siswa yang mengungkapkan bahwa malas membaca soal karena siswa butuh konsentrasi yang penuh dalam membaca dan menjawab soal. Alasan mendasar ada respon yang beragam dari siswa ketika pemberian tes berlangsung dan setelah tes

dilakukan karena mereka belum pernah mengerjakan tes yang berjenis seperti itu sebelumnya.

Hasil telaah kurikulum mengungkapkan bahwa elemen yang mesti dicapai oleh peserta didik adalah pemahaman fisika dan keterampilan proses. Pemahaman fisika terkait dengan dinamika partikel ada di kelas XI (fase F) dengan keterampilan prosesnya berupa melakukan kegiatan pengamatan, prediksi, penyelidikan, analisis data dan informasi, pembuatan ide baru, dan evaluasi. Informasi ini memberikan sajian bahan ajar berorientasi pada model ILDs dimana model ini melatih kemampuan memahami dan memuat keenam cakupan keterampilan proses. Submateri yang dibahas ada tiga, yaitu gaya, jenis gaya, dan hukum Newton. Menindaklanjuti bagaimana cara merepresentasi ketiga submateri maka bahan ajar yang disajikan didukung multimedia. Multimedia yang digunakan berupa video, simulasi interaktif, gambar, dan animasi. Hal ini dikarenakan ada submateri yang tidak bisa hanya ditampilkan dalam bentuk video saja, namun perlu digunakan simulasi. Jadi adanya sajian bahan ajar berbasis multimedia dalam tiap submateri ini dapat saling menutupi kekurangan dari penggunaan satu jenis media saja.

### Perancangan

Perancangan dilakukan dengan membuatkan Garis Besar Pembuatan Media (GBPM), menyusun *flowchart*, membuat *storyboard*, dan produksi bahan ajar. Bahan ajar multimedia interaktif menggunakan *microsoft powerpoint* dengan pertimbangan setiap pengguna bisa mengoperasikannya dengan mudah tanpa perlu instal aplikasi. Bahan ajar terdiri dari 51 *slide* yang sudah dihyperlink ke video, animasi, simulasi, atau *slide* yang lain. Rancangan bahan ajar terdiri dari slide judul, capaian pembelajaran, submateri dengan penjabarannya, info pendukung, referensi, dan evaluasi. Tahapan kegiatan dalam bahan ajar mengacu pada model ILDs yaitu *predict*, *experience*, dan *reflect*. Gambar 2 menunjukkan tampilan bahan ajar digital.



**Gambar 2.** Tampilan *slide* yang menyajikan materi dengan menerapkan ILDs pada submateri Hukum I Newton

Adapun Penjelasan lebih rinci terkait penyajian bahan ajar pada submateri menerapkan model pembelajaran ILDs yaitu pada tahap *predict* yaitu submateri disajikan dengan menampilkan pertanyaan prediksi yang disertai dengan ilustrasi gambar. Jika tombol “demonstrasi 1” diklik maka akan muncul video/simulasi yang berhubungan dengan ilustrasi yang disajikan. Tahapan *experience* meliputi submateri disajikan dengan cara menampilkan beberapa video percobaan/simulasi percobaan yang dapat mengungkapkan jawaban atas pertanyaan prediksi. Dari video percobaan tersebut, siswa dapat mengumpulkan data-data yang nantinya berguna untuk menjawab pertanyaan prediksi. Pada tahapan ini, disajikan paparan submateri yang merupakan hasil rangkuman dari jawaban-jawaban atas pertanyaan prediksi dan video percobaan yang telah ditayangkan. Pada tahapan *reflect* terdapat beberapa contoh soal yang disajikan sebagai latihan untuk menggunakan materi yang telah dibelajarkan ke dalam konteks yang baru. Contoh soal tersebut dilengkapi dengan video atau simulasi yang dapat membuat siswa mengungkapkan jawaban dari contoh yang disajikan.

### Pengembangan

Empat tahapan dilakukan satu per satu secara berurutan. Keempat tahapan tersebut, meliputi: 1) pembuatan produk bahan ajar multimedia interaktif materi dinamika partikel berdasarkan *storyboard* yang telah dirancang, 2) melakukan uji validasi ahli oleh ahli materi dan ahli desain, 3) melakukan evaluasi dan perbaikan mengacu pada hasil uji validasi, dan 4) melakukan uji coba lapangan. Hasil validasi bahan ajar dari tiga validator direkapitulasi. Kemudian masukan/saran dijadikan perbaikan untuk bahan ajar. Hasil rekapitulasi disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Rekapitulasi hasil uji validasi

No.	Aspek Validasi	Skor Rata-Rata Penilaian
1	Kesesuaian dengan tujuan penelitian, konten, dan tahapan pembelajaran	2,57
2	Kebahasaan	3,25
3	Sajian	3,6
4	Kegrafikan	3,75
5	Interaktivitas	3,67

Tabel 2 menunjukkan bahwa bahan ajar setelah divalidasi memiliki kualitas baik dari segi kesesuaian dengan tujuan penelitian, konten, dan tahapan pembelajaran serta kebahasaan. Sedangkan dari segi sajian, kegrafikan, dan interaktivitas bahan ajar memiliki kualitas yang sangat baik. Selanjutnya terdapat beberapa saran yang diberikan oleh validator untuk dilakukan perbaikan terhadap bahan ajar. Saran tersebut meliputi urutan materi, tambahan jumlah pertanyaan dalam evaluasi, dan cara sajian materi. Perbaikan dilakukan berdasarkan saran yang diajukan. Penilaian bahan ajar dari lima aspek validasi dapat disimpulkan bahwa bahan ajar sudah layak untuk diimplementasikan dalam pembelajaran fisika SMA pada materi dinamika partikel.

Hasil ujicoba dalam kelompok besar untuk melihat untuk melihat seberapa besar peningkatan kemampuan memahami konsep materi dinamika partikel dengan memberikan perlakuan pembelajaran fisika berbantuan bahan ajar multimedia interaktif. Peningkatan terlihat dari adanya perbedaan skor antara hasil tes sebelum dan sesudah perlakuan dilakukan. Kemudian peningkatan dihitung dengan rumus normalisasi gain (*N-gain*). Dikarenakan penelitian dilakukan pada dua kelas, yaitu eksperimen dan kontrol maka data hasil pengolahan data dapat dilihat pada Tabel 3.



**Tabel 3.** Hasil pengolahan data kemampuan memahami

Deskripsi	Kelompok Eksperimen		Kelompok Kontrol	
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
Skor Maksimum	15	20	15	17
Skor Minimum	4	8	4	7
Skor Rata-rata	10,88	14,80	9,76	11,44
Normalisasi gain	0,33		0,11	

Berdasarkan Tabel 3 juga dapat terlihat bahwa nilai normalisasi gain untuk kelompok eksperimen sebesar 0,33. Jika diinterpretasi ke dalam kategori normalisasi gain maka nilai normalisasi gain tersebut termasuk ke dalam kategori sedang. Sedangkan nilai normalisasi gain kelas kontrol sebesar 0,11 dengan kategori rendah. Jika membandingkan nilai normalisasi gain antara kelas eksperimen dan kelas kontrol maka nilai normalisasi gain kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Hal ini mengungkapkan bahwa peningkatan kemampuan memahami materi dinamika partikel pada kelas yang diberi perlakuan pembelajaran fisika dengan model ILDS berbantuan bahan ajar (eksperimen) lebih tinggi dibandingkan dengan kelas yang diberi perlakuan pembelajaran fisika dengan model ILDs saja (kontrol) dengan selisih nilai normalisasi gain sebesar 0,22. Kemudian hasil uji prasyarat, yakni uji normalitas dan homogenitas dengan berbantuan software SPSS memberikan informasi bahwa data normal dan homogen sehingga dapat melanjutkan ke uji lanjutan, yaitu uji beda dua rerata. Hasil deskriptif, uji prasyarat, dan hasil uji beda rata-rata dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil deskriptif, hasil uji prasyarat, dan hasil uji beda rata-rata peningkatan kemampuan memahami

Rekapan Hasil Uji	Kelompok Eksperimen	Kelompok Kontrol
Nilai Rata-rata	0,3304	0,1128
Standar Deviasi	0,17189	0,15230
Hasil Uji Normalitas	0,936	0,975
Hasil Uji homogenitas	<i>Sig.</i> 0,686	
Hasil Uji beda dua rata-rata	<i>Sig. (2-tailed)</i> 0,00	

Berdasarkan Tabel 4, hasil pengolahan data mengungkapkan bahwa data peningkatan kemampuan memahami untuk kelas eksperimen dan kontrol berdistribusi normal dengan nilai asymp. Sig > 0,05 di mana asymp. Sig untuk data peningkatan kemampuan memahami pada kelas eksperimen sebesar 0,936 dan kelas kontrol sebesar 0,975. Sedangkan hasil pengolahan data untuk uji homogenitas dilakukan dengan taraf signifikansi ( $\alpha$ ) sebesar 0,05. Berdasarkan Tabel 5 diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,686 dimana nilai tersebut > 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa kedua data peningkatan kemampuan memahami kelas eksperimen dan kontrol memiliki varian yang sama atau homogen. Dua uji prasyarat ini menginformasikan bahwa uji lanjutan menggunakan uji parametrik, yaitu uji beda dua rata-rata. Hasilnya adalah ada perbedaan rata-rata antara kelas eksperimen dan kontrol. Hal ini selaras dengan nilai Normalisasi gain kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Adanya perbedaan rata-rata ini menginformasikan bahwa penggunaan bahan ajar digital membantu peserta didik untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan. Selain itu pembelajaran terselenggara dengan efektif jika terjadi peningkatan hasil belajar (Silaban et al., 2021).

Kemudian uji *effect size* digunakan untuk mengukur seberapa besar variabel bebas memengaruhi variabel terikat pada dua sampel independen. Berdasarkan rumus Cohen dengan perhitungannya diperoleh nilai *effect size* sebesar 1,3399 dengan kategori sangat besar. Hal ini menunjukkan bahwa bahan ajar mempunyai pengaruh sangat besar ketika implementasi model pembelajaran ILDs pada pembelajaran fisika berbantuan bahan ajar digital.

Bahan ajar memiliki peran dan kedudukan sendiri dalam sebuah pembelajaran. Terutama pembelajaran Fisika. Salah satu peran yang dirasakan peserta didik adalah kemudahan dalam memahami dan meningkatnya hasil belajar (Asmara & Putra, 2020). Kemudahan ditampakkan dengan apa yang dipaparkan oleh pendidik didukung dengan bahan ajar digital yang disajikan dengan menggunakan multimedia. Penyajian materi melalui perancangan bahan ajar digital memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk dapat merasakan langsung terkait konsep yang dibahas. Pada akhirnya proses penyerapan informasi menjadi lebih mudah. Hal ini selaras dengan kerucut Dale yang menekankan pada penyajian materi melalui berbagai media dan mengaktifkan peserta didik untuk belajar memberikan retensi yang lebih lama. Hal hal yang masih bingung dapat dijelaskan dengan ragam media yang mengkonkretkan hal yang abstrak.

## SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan yang diperoleh bahan ajar digital memberikan efek yang signifikan terhadap pembelajaran yang menggunakan model ILDs. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan kemampuan memahami siswa yang pembelajarannya berbantuan bahan ajar digital berkategori sedang. Bahan ajar digital mampu membantu meningkatkan proses kognitif menafsirkan, mencontohkan, menginferensi, membandingkan, dan menjelaskan. Karakteristik bahan ajar digital yang dapat mengakomodir peningkatan kemampuan memahami dengan cara penyajian materi yang disampaikan melalui media yang bervariasi. Variasi media yang digunakan meliputi teks, gambar, video, animasi, hingga simulasi. Penggunaan variasi media dilakukan untuk menutupi kekurangan jika bahan ajar hanya menonjolkan sajian satu media saja. Penyajian materi yang ada di bahan ajar digital mengimplementasikan model pembelajaran yang diterapkan pendidik. Dalam hal ini adalah model ILDs dimana model ini telah dapat menjadi sarana untuk meningkatkan kemampuan memahami. Adapun saran untuk keberlanjutan penelitian adalah perlu dikembangkan video pembelajaran mengakomodir konstruksi konsep. Hal ini dikarenakan video yang dijadikan rujukan berbahasa inggris sehingga ada perbedaan informasi yang diterima oleh siswa.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aminuddin, H., & Aminuddin, R. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Digital pada Mata Pelajaran Ekonomi Kelas X SMA Negeri 12 Makassar. *Patria Artha Technological Journal*, 5(1), 58–63. <https://doi.org/10.33857/patj.v5i1.402>
- Asmara, S., & Putra, A. (2020). Analisis Kebutuhan Bahan Ajar Fisika Ditinjau dari Kompleksitas Proses Kognitif Menurut Taksonomi Bloom Revisi pada Materi Hukum Newton Tentang Gerak Di SMAN Kota Padang. *Physics Education*, 13(3), 364–370. <https://ejournal.unp.ac.id/students/index.php/pfis>
- Fh, Y., Barlian, I., & Fatimah, S. (2021). Efektivitas Penggunaan Bahan Ajar Digital Interaktif Berbasis Blog dalam Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa. *Sosio-Didaktika: Social Science Education Journal*, 8(1), 62–72. <https://doi.org/10.15408/sd.v8i1.20727>
- Harefa, A. R. (2019). Peran Ilmu Fisika dalam Kehidupan Sehari-Hari. *Jurnal Warta*,

- 60(2), 1829–7463. <https://jurnal.dharmawangsa.ac.id/index.php/juwarta>
- Haspen, C. D. T., Syafriani, S., & Ramli, R. (2021). Validitas E-Modul Fisika SMA Berbasis Inkuiri Terbimbing Terintegrasi Etnosains untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*, 5(1), 95–101. <https://doi.org/10.24036/jep/vol5-iss1/548>
- Illahi, T. A. R. (2018). Pengembangan Multimedia Interaktif pada Pembelajaran Materi Jenis-Jenis Pekerjaan untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Review Pendidikan Dasar : Jurnal Kajian Pendidikan dan Hasil Penelitian*, 4(3), 826-835. <https://doi.org/10.26740/jrpd.v4n3.p826-835>
- Kartini, N. E., Nurdin, E. S., Hakam, K. A., & Syihabuddin, S. (2022). Telaah Revisi Teori Domain Kognitif Taksonomi Bloom dan Keterkaitannya dalam Kurikulum Pendidikan Agama Islam. *Jurnal Basicedu*, 6(4), 7292–7302. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3478>
- Khairunnisa, K., & Ain, S. Q. (2022). Pengembangan Multimedia Interaktif Pembelajaran Tematik Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 6(6), 5519–5530. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v6i6.3198>
- Lady, Delfina, Ester, L., Rahmadhani, S., Prisman, D., Alexander, & Simbar, A. V. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Digital Fokus SDM Mata Pelajaran Business Tingkat SMA pada Sekolah Kallista Kota Batam. *Journal Prosiding National Conference for Community Service Project (NaCosPro)*, 3(1), 484–493
- Magdalena, I., Sundari, T., Nurkamilah, S., Ayu Amalia, D., & Muhammadiyah Tangerang, U. (2020). Analisis Bahan Ajar. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 2(2), 311–326. <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/nusantara>
- Mawarni, S. A., Supeno, S., Nuha, U., & Iqbal, M. (2023). Kajian Fisika dan Pembelajarannya pada Proses Pembangunan Rumah. *ORBITA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 9(1), 64-72. <https://doi.org/10.31764/orbita.v9i1.14072>
- Nafiati, D. A. (2021). Revisi Taksonomi Bloom: Kognitif, Afektif, dan Psikomotorik. *Humanika*, 21(2), 151–172. <https://doi.org/10.21831/hum.v21i2.29252>
- Pratama, A., Sugiyanto, S., & Nugroho, S. E. (2021). Unnes Physics Education Journal Pengembangan Modul Eksperimen Fisika Berbasis Analisis Video pada Topik. *Unnes Physics Education Journal*, 9(3), 242–248. <https://journal.unnes.ac.id/sju/upej>
- Pujawan, I. G. N., Rediani, N. N., Antara, I. G. W. S., Putri, N. N. C. A., & Bayu, G. W. (2022). Revised Bloom Taxonomy-Oriented Learning Activities To Develop Scientific Literacy and Creative Thinking Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(1), 47–60. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i1.34628>
- Putrantana, A. B., Hariyanto, E., & Saichudin, S. (2020). Uji Kelayakan Bahan Ajar Berbasis Multimedia Interaktif untuk Siswa Sekolah Dasar pada Materi Permainan Tradisional. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 5(6), 737-742. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v5i6.13584>
- Rahmawati, N. W., Sahari, S., & Zunaidah, F. N. (2023). Pengembangan Bahan Ajar “TEMUAN” Berbasis Multimedia Interaktif Siswa Kelas V Sekolah Dasar. *PTK: Jurnal Tindakan Kelas*, 3(2), 155–169. <https://doi.org/10.53624/ptk.v3i2.144>
- Santhalia, P. W., & Sampebatu, E. C. (2020). Pengembangan Multimedia Interaktif dalam Membantu Pembelajaran Fisika di Era Covid-19. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 6(2), 165–175. <https://doi.org/10.21831/jipi.v6i2.31985>
- Setyabudi, L. D., & Rosdiana, L. (2020). Identifikasi Miskonsepsi Materi Hukum Newton Menggunakan Certainty of Response Index (CRI) pada Siswa Kelas VIII SMP. *Pensa E-Jurnal : Pendidikan Sains*, 8(3), 340–345

- Silaban, B., Sitorus, P., & Daryanti Zalukhu, A. (2021). Kasuari: Physics Education Journal 4(2) (2021) 90-99 Analysis of Physics Kognitif Learning Outcomes of 11 th Natural Sciences Grade State Senior High School 1 Alasa in Base-Online Learning Analisis Hasil Belajar Kognitif Fisika Kelas XI IPA SMA Negeri 1 A. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 4(2), 90–99. <http://jurnal.unipa.ac.id/index.php/kpej>
- Wahyuni, T., Wahyuni, S., & Yushardi. (2017). Pengembangan Modul Multimedia Interaktif Berbasis E-Learning pada Pokok Bahasan. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 6(4), No, 404–410. <https://doi.org/10.19184/jpf.v6i4.6234>
- Wandi, W., Mardianti, F., Suwarma, I. R., & Liliawati, W. (2023). Theory and Practice of Conceptual Understanding in Physics Education: A Literature Review and Bibliometric Analysis of the Recent Decades. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 6(2), 107–117. <https://doi.org/10.37891/kpej.v6i2.483>
- Wardani, S. K., Setyosari, P., & Husna, A. (2019). Pengembangan Multimedia Tutorial Mata Pelajaran IPA Pokok Bahasan Sistem Tata Surya Kelas VII MTS Raudlatul Ulum. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 2(1), 23-29. <https://journal2.um.ac.id/index.php/jktp>
- Wati, W. W., Asrizal, Festiyed. (2022). Meta Analisis Pengaruh Multimedia Interaktif terhadap Pemahaman Konsep dan Hasil Belajar Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 8(2), 195-204. <https://doi.org/10.24036/jppf.v8i2.119210>