



## DEVELOPMENT OF THE MOMENTUM MATERIAL E-MODULE ASSISTED WITH TRACKER SOFTWARE TO IMPROVE STUDENTS' UNDERSTANDING OF CONCEPTS

Aulia, Egi Dina<sup>1a)</sup>, Subali, Bambang<sup>2b)</sup>

Program Studi Pendidikan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Semarang, Indonesia, 085157828773

e-mail: <sup>a)</sup>egidina@students.unnes.ac.id, <sup>b)</sup>bambangfisika@mail.unnes.ac.id

*Received: Feb, 22<sup>th</sup> 2022*

*Revised: March, 15<sup>th</sup> 2022*

*Accepted: October, 28<sup>th</sup> 2022*

### ABSTRAC

Efforts to increase understanding concepts in the learning process can be done in various ways, one of which is the use of teaching materials in the form of learning modules. This research focuses on the development of momentum material e-modules assisted by *Software Tracker*. *Software Tracker* has ability to track the motion an object, so various information needed for analysis a motion event can be obtained. The use of e-modules aims to improve students' concept understanding of the momentum material. The method used in this research is Research and Development with ADDIE development model. The preliminary stage aims to analyze the needs of learning media. After that, preparation of momentum material e-modules, then developed with additional video analysis activities assisted by *software tracker*. Lastly is implementation, where e-modules are piloted on small and large scale. After the implementation stage, it is known the effect of using the e-module on momentum material. Based on the analysis data, the use of e-modules assisted by *software tracker* can improve students' conceptual understanding of the momentum material with an N-Gain score of 0,63 which is included in the medium category.

**Kata Kunci:** E-Modul, *Tracker*, Concept Understanding, Momentum

### PENDAHULUAN

Peningkatan pemahaman konsep merupakan tuntutan pembelajaran fisika yang ditegaskan dalam kompetensi dasar (KD) rancangan pelaksanaan pembelajaran. Pemahaman konsep dijadikan indikator pencapaian kompetensi siswa pada suatu mata pelajaran (Sudrajat, 2016). Pada materi impuls dan momentum, Menurut Syarbila *et al.*, (2021) sebagian bahkan rata-rata siswa sekolah menengah atas masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep yang sesuai ilmiah. Padahal untuk memenuhi indikator pencapaian materi momentum siswa harus memiliki pemahaman konsep yang kuat dan benar.

Pada kenyataannya kemampuan pemahaman konsep yang dimiliki siswa masih dalam kategori rendah sehingga

siswa tidak kompeten dalam menyelesaikan soal evaluasi setiap materi pelajaran. Berdasarkan hasil penelitian Alawiyah *et al.*, (2017) disimpulkan bahwa dari 20 orang siswa yang telah mengikuti tes materi momentum, 2 siswa *lucky guess* (menjawab benar dengan menebak-nebak), 6 siswa telah paham konsep, 5 orang siswa tidak paham konsep dan 7 orang lainnya mengalami miskonsepsi. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa hanya ada 28,8% siswa yang telah memahami konsep materi momentum. Proses pembelajaran yang cenderung mengajarkan banyak rumus semakin memperlemah pemahaman konsep materi momentum. Hal ini terjadi karena siswa lebih memperhatikan rumus-rumus yang disampaikan oleh guru dibandingkan

dengan konsep atau sifatnya (Hidayat, 2017).

Upaya peningkatan pemahaman konsep dalam proses pembelajaran dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya penggunaan bahan ajar berupa modul pembelajaran (Sriwahyuningsih *et al.*, 2021). Saat ini modul pembelajaran dirancang secara elektronik yang kemudian disebut dengan e-modul. E-modul memungkinkan siswa untuk memahami materi dan menemukan konsep dengan pengalamannya sendiri (Sintawati, 2017). Beberapa penelitian terkait pengembangan e-modul materi momentum dan impuls telah dilakukan, tetapi sebatas pada penambahan animasi, simulasi dan video contoh peristiwa momentum dalam kehidupan sehari-hari seperti yang dilakukan oleh Fitri *et al.*, (2019), Savira *et al.*, (2019), dan Shobrina *et al.*, (2020). Nurhasan (2020) mengembangkan sebuah e-modul praktikum materi momentum dengan berbantuan *software Tracker*, dimana *Tracker* digunakan sebagai *software* untuk analisis video dan pemodelan komputer. Analisis yang dihasilkan oleh *software Tracker* dapat berupa data dalam bentuk tabel maupun grafik.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan bahan ajar e-modul materi momentum berbantuan *software Tracker*. Menurut Nurohman, sebagaimana dikutip oleh (Raflesiana *et al.*, 2019) *Software Tracker* memiliki kemampuan dalam melakukan pelacakan pada gerak suatu objek, sehingga dapat diperoleh berbagai informasi yang dibutuhkan untuk analisis suatu peristiwa gerak. Mengingat konsep pada materi momentum bahwa nilai momentum yang dimiliki benda bergantung pada massa dan kecepatan geraknya. Oleh karena itu *software Tracker* akan sangat tepat untuk memperoleh segala informasi yang terdapat pada materi momentum hingga peristiwa tumbukan yang ada didalamnya.

Berdasarkan uraian diatas maka tujuan utama dalam penelitian ini adalah untuk: mengetahui tingkat kelayakan e-modul materi momentum berbantuan *software*

*tracker* dan mengetahui apakah e-modul berbantuan *software tracker* dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa pada pembelajaran materi momentum. Sesuai dengan tujuan yang akan dicapai maka dipilih pustaka tentang pemahaman konsep, e-modul, *software tracker*, dan materi momentum.

Materi fisika dapat diterima dengan baik oleh siswa apabila sistem pembelajaran dalam kelas berlangsung secara efektif. Pembelajaran fisika tersebut dikemas dalam kumpulan fakta, konsep, dan prinsip (Arianti *et al.*, 2017). Melalui pembelajaran fisika, siswa belajar memahami konsep dengan benar dan kemudian dapat menggunakannya untuk memecahkan masalah yang dihadapi (Yulianci *et al.*, 2017). Memahami konsep adalah dasar untuk memahami prinsip dan teori, untuk memahami prinsip dan teori, siswa harus terlebih dahulu memahami konsep yang membentuk prinsip dan teori tersebut (Diana *et al.*, 2020). Siswa yang paham konsep dengan benar akan lebih mudah dalam mengaplikasikan konsep tersebut ke dalam pembuktian suatu terorema yang ada dalam materi itu sendiri. Di samping itu, konsep juga dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan dari mulai yang sederhana hingga ke permasalahan yang lebih kompleks (Suwarman, 2018).

Pemahaman konsep merupakan tingkatan hasil belajar siswa sehingga dapat mendefinisikan/menjelaskan materi pelajaran dengan menggunakan kalimat sendiri serta mampu menyelesaikan berbagai persoalan yang berkaitan dengan materi pelajaran tersebut (Nomleni & Manu, 2018). Pemahaman konsep terbagi menjadi empat kategori yaitu tidak paham konsep, menebak, lalu miskonsepsi dan yang terakhir paham konsep. Pengukuran tingkat pemahaman konsep dalam penelitian ini menggunakan instrument *two-tier multiple choice* atau tes pilihan ganda bertingkat. Pengkategorian tipe pemahaman konsep dengan tipe-tipe jawaban siswa pada tes diadaptasi dari penelitian Kurniasih & Haka (2017). Jawaban-jawaban siswa dapat dikelompokkan sesuai dengan Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Tingkat Pemahaman Konsep dikaitkan dengan Jawaban Siswa

Kategori Pemahaman Konsep	Tipe Jawaban Siswa	Penjelasan
Tidak memahami konsep	S-S (salah-salah)	Menjawab dengan benar kedua tingkat pertanyaan.
Menebak	S-B (salah-benar)	Menjawab dengan salah pada pertanyaan tingkat pertama dan menjawab benar pada pertanyaan tingkat kedua.
Miskonsepsi	B-S (benar-salah)	Menjawab dengan benar pada pertanyaan tingkat pertama dan menjawab dengan salah pada pertanyaan tingkat kedua.
Memahami konsep	B-B (benar-benar)	Menjawab dengan benar pada pertanyaan tingkat pertama dan pertanyaan tingkat kedua.

Tingkat pemahaman konsep siswa diukur menurut tujuh indikator dalam taksonomi Bloom yang telah direvisi. Indikator tersebut meliputi, *interpreting* atau interpretasi *exemplifying* atau mencontohkan, *classifying* yang berarti mengklasifikasikan, *summarizing* atau merangkum, *inferring* atau inferensi yaitu penggambaran kesimpulan logis dari informasi yang disajikan, *comparing* yang berarti membandingkan dan indikator yang terakhir adalah *explaining* atau menjelaskan, dimana siswa diharuskan dapat mengkonstruksi model sebab akibat dari suatu sistem (Bella *et al.*, 2021).

Peningkatan pemahaman konsep siswa berasal dari proses pembelajaran yang berjalan secara efektif dan efisien dengan dibantu dengan bahan belajar mandiri bagi siswa, sehingga pembentukan pengetahuan dapat terjadi tidak hanya di sekolah tetapi dimanapun siswa itu berada. Bahan belajar mandiri bagi siswa salah satunya adalah e-modul.

Modul merupakan salah satu jenis media pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan, dibuat sendiri oleh pendidik dan dirancang secara sistematis serta menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat

kompleksitasnya dan dapat dipelajari secara mandiri oleh siswa (Puspitasari, 2019). Modul elektronik atau e-modul dirancang sesuai kurikulum dan dibuat berbentuk bahan ajar non cetak dengan tampilan menggunakan piranti elektronik seperti komputer atau android. E-modul merupakan media pembelajaran yang bersifat *self-instructional* yang hanya memuat satu materi pembelajaran. Oleh karena itu kemandirian siswa lebih diutamakan dalam pemanfaatan e-modul (Laili, 2019).

E-Modul membantu siswa untuk belajar secara mandiri dan mengukur tingkat pemahamannya sendiri. Pada e-modul terdapat tujuan akhir dalam kegiatan pembelajaran yang akan dilaksanakan sehingga siswa bisa mengetahui hal apa saja yang harus mereka kuasai atau pahami untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Penggunaannya sebagai bahan belajar secara mandiri mengharuskan e-modul memiliki bahasa yang komunikatif dan bersifat dua arah sehingga memudahkan siswa dalam mempelajari materi pelajaran. Penggunaan modul tidak dibatasi tempat dan waktu, hal ini bergantung kesanggupan siswa dalam menggunakan e-modul. Oleh karena itu, e-modul yang dikembangkan dapat digunakan kapan saja dan dimana saja. Pada penelitian ini, e-modul yang dikembangkan mengacu pada peraturan Ditjen Pendidikan Dasar dan Menengah, 2017 tentang prinsip pengembangan e-modul.

E-modul memuat petunjuk/pedoman sebelum sampai sesudah menggunakan e-modul, tujuan pembelajaran, materi pelajaran, *self-assessment* sebagai mekanisme untuk mengumpulkan umpan balik dan dibagian akhir terdapat rangkuman dari materi pelajaran. Pada penelitian ini, isi e-modul berupa materi momentum secara konseptual, kemudian dilengkapi dengan analisis video peristiwa momentum melalui *software Tracker*.

*Tracker* adalah sebuah perangkat lunak yang mampu menganalisis dan memodelkan fenomena gerak dan optik. *Software* ini dikembangkan oleh *Open-Source Physics* (OSP) dengan

menggunakan kerangka kerja java dan bersifat tidak berbayar (*free*). Alat ini didesain untuk digunakan dalam pembelajaran fisika. Melalui metode analisis menggunakan *software Tracker*, pengguna dapat memvisualisasikan kejadian-kejadian alam terutama yang berhubungan dengan mata pelajaran fisika seperti kelajuan, kecepatan, percepatan, gaya, medan gravitasi, konversi dan konservasi energi (Habibulloh & Madlazim, 2014). Salah satu mata pelajaran fisika yang berhubungan dengan kecepatan dan percepatan adalah momentum. Selain dapat digunakan untuk analisis video, *software* ini juga bisa mengkombinasi antara video dan modeling dari komputer (Brown, 2019).

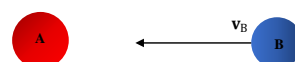
Beberapa fitur didalam *software Tracker* dapat digunakan oleh pengguna untuk melakukan berbagai aktivitas, diantaranya adalah sebagai berikut:

- Melakukan pelacakan objek baik secara manual maupun otomatis dengan posisi, kecepatan serta *overlay* percepatan, serta data.
- Mengetahui lintasan pusat massa.
- Memanfaatkan vektor grafis interaktif dan jumlah vektor.
- Menciptkan model kinematika dan dinamis partikel titik massa melalui model *builder*.
- Menetapkan variabel x dan y yang akan digunakan pada saat melakukan plot dan analisis.
- Menampilkan data yang diukur menggunakan format angka khusus apabila diinginkan.
- Memanfaatkan alat analisis data untuk memasang kurva secara otomatis maupun manual.

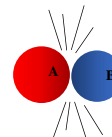
Bedasarkan kelebihan - kelebihan yang dimiliki, maka *software tracker* sangat cocok apabila dijadikan sebagai alat untuk menganalisis video pada peristiwa momentum. Kemudian video tersebut dijadikan sebagai bahan belajar tambahan sehingga siswa lebih paham konsep dan memiliki kemampuan interpretasi grafik pada materi momentum.

Pada setiap benda yang bergerak pasti memiliki sebuah “kekuatan gerak”. Kekuatan gerak yang ada pada suatu benda dipengaruhi oleh dua faktor yaitu massa dan kecepatan. Ketika massa yang dimiliki oleh suatu benda besar tetapi kecepatannya kecil maka besar kekuatannya akan sama dengan suatu benda yang massanya kecil tetapi memiliki kecepatan yang besar. Kekuatan gerak suatu benda dalam kajian ilmu fisika disebut dengan Momentum. Keberadaan momentum dalam ilmu fisika lebih sering diperlihatkan melalui interaksi sekumpulan benda, misalnya pada peristiwa tumbukan seperti pada Gambar 1.

Sebelum Tumbukan:



Saat Tumbukan:



Setelah Tumbukan:



Gambar 1. Interaksi dua benda pada peristiwa tumbukan

Momentum merupakan ukuran kesukaran untuk menghentikan gerak suatu benda (Kanginan, 2013). Pengertian momentum  $\vec{P}$  secara fisis adalah hasil kali antara massa benda ( $m$ ) dengan kecepatan geraknya ( $\vec{v}$ ) sehingga besarnya  $\vec{P} = m\vec{v}$ . Momentum merupakan besaran vektor karena merupakan hasil kali besaran skalar  $m$  dan besaran vektor  $v$  yang mempunyai arah sama, berdimensi  $ML/T$ , dan satuannya dalam SI adalah  $kg\ m/s$ . Jika partikel bergerak secara sembarang, maka  $P$  haruslah mempunyai tiga komponen, dengan persamaan  $\vec{P}_x = m\vec{v}_x$ ,  $\vec{P}_y = m\vec{v}_y$ ,  $\vec{P}_z = m\vec{v}_z$ .

Ketika menendang sebuah bola yang sedang diam, bola bergerak karena ada interaksi antara kaki dan bola. Walaupun interaksi tersebut hanya sesaat, namun bola bisa bergerak dengan kecepatan tertentu. Dalam pengertian momentum, dikatakan bahwa pada bola terjadi perubahan momentum akibat adanya gaya yang

diberikan dalam selang waktu tertentu. Jika ada dua benda yang bertumbukan bermassa  $m_1$  dan  $m_2$  bergerak berlawanan arah dengan kecepatan masing-masing ( $v_1$ ) dan ( $v_2$ ) serta tidak mendapatkan gaya dari luar, maka menurut persamaan  $F \Delta t = m (v_f - v_n)$ , apabila  $F = 0$  maka  $\Delta P = 0$  atau  $P = \text{konstan}$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah momentum benda sebelum dan sesudah tumbukan adalah sama. Hal ini kemudian disebut hukum kekekalan momentum (Young & Freedman, 1949: 231 – 233).

### TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan latar diatas, maka tujuan penelitian ini adalah mengetahui tingkat kelayakan e-modul, mengetahui pengaruh penggunaan e-modul materi momentum berbantuan *software Tracker* terhadap pemahaman konsep siswa.

### MANFAAT PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian ini dapat membantu siswa dalam memahami materi fisika khususnya kinematika momentum melalui penggunaan e-modul berbantuan *software Tracker* memudahkan siswa dalam menganalisis grafik perpindahan dan kecepatan gerak benda. Proses interpretasi terhadap grafik hasil analisis *software Tracker* diharapkan akan memperkuat siswa dalam memahami konsep materi momentum dan tumbukan.

### METODE PENELITIAN

#### Jenis Penelitian

Pengembangan bahan ajar e-modul berbantuan *software Tracker* ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Pengembangan e-modul mengacu pada model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*), dimana pada setiap tahapan dilakukan proses evaluasi untuk memberikan hasil terbaik sebagai input tahapan selanjutnya (Yudha *et al.*, 2015).

#### Prosedur Penelitian

*Analysis*, merupakan fondasi untuk semua fase desain instruksional lainnya (Murugantham, 2015). Tujuan tahap analisis adalah untuk mendapatkan data

awal sebagai informasi yang mendukung latar belakang suatu penelitian. Analisis yang dilakukan berupa analisis konsep, tugas dan proses pembelajaran serta analisis terhadap media, platform, serta sumber materi pelajaran yang digunakan yang sesuai dengan standar kompetensi materi momentum. *Design*, atau perancangan, hal-hal yang dilakukan adalah a) menyiapkan konten dan isi e-modul seperti materi, gambar, video simulasi peristiwa momentum, soal latihan dan lain-lain; b) membuat sketsa bahan ajar e-modul materi momentum (*storyboard*), dimana *storyboard* berfungsi sebagai peta dan panduan dalam pembuatan e-modul materi momentum; c) melakukan diskusi dengan ahli materi, pakar media dan *programmer* terkait penempatan video simulasi maupun data hasil analisis menggunakan *software Tracker* pada e-modul yang akan dibuat (Hemalatha, 2013).

*Development* atau pengembangan, pengembangan e-modul pada penelitian ini menitikberatkan pada penyisipan aktivitas analisis video gerak momentum dan tumbukan dengan berbantuan *software tracker*. Setelah penyusunan materi momentum dan lembar aktivitas analisis video dengan berbantuan *software tracker*, selanjutnya dilakukan uji keterbacaan dan uji kelayakan e-modul. Uji keterbacaan dilakukan untuk mengetahui tingkat keterbacaan wacana didalam e-modul. uji ini melibatkan 15 orang siswa kelas 11 MIPA yang telah memperoleh materi momentum pada pembelajaran sebelumnya. Sedangkan pada uji kelayakan, e-modul yang telah dibuat diserahkan kepada para ahli untuk dilakukan *judgment expert* (penilaian ahli). Setelah adanya penilaian dari ahli maka didapatkan lembar validasi untuk dijadikan sebagai dasar evaluasi atau perbaikan.

*Implementation*, setelah e-modul materi momentum berbantuan *software tracker* di perbaiki maka e-modul siap diimplementasikan atau dipergunakan dalam kegiatan pembelajaran. Pembelajaran materi momentum dengan e-modul berbantuan *software tracker* dilakukan di

kelas X MIPA 1 SMA YSKI Semarang sebanyak 35 siswa dengan tiga kali pertemuan. Pertemuan pertama dilakukan pengenalan e-modul dan pembelajaran *software tracker* serta dilakukan *pretest* untuk mengukur tingkat pemahaman konsep awal siswa. Pertemuan kedua, pembelajaran dengan menggunakan e-modul serta lembar aktivitas analisis video gerak benda pada materi momentum dan tumbukan. Pertemuan ketiga melanjutkan materi dari pembelajaran sebelumnya serta dilakukan *posttest* untuk mengetahui pengaruh e-modul terhadap pemahaman konsep siswa.

*Evaluation*, pada tahap ini dilakukan evaluasi formatif dan evaluasi sumatif. Evaluasi formatif artinya evaluasi dilakukan pada tiap tahapan pelaksanaan ADDIE. Sedangkan evaluasi sumatif adalah evaluasi yang dilakukan untuk melihat perbedaan atau peningkatan kemampuan pemahaman konsep dan kemampuan interpretasi grafik siswa setelah menggunakan e-modul materi momentum berbantuan *software tracker*. Selain itu, evaluasi sumatif ini dilakukan untuk mengetahui respon siswa setelah menggunakan e-modul melalui pemberian angket respon siswa.

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2020/2021 yaitu dari bulan Oktober sampai bulan Desember di SMA YSKI Semarang yang berlokasi di Jl. Sidodadi Timur No.23, Karangtempel, Kecamatan. Semarang Timur, Kota Semarang, Jawa Tengah 50232.

### Subjek Penelitian

Penelitian ini menggunakan dua macam subjek, yaitu subjek uji coba kelompok kecil (*small group*) dan subjek uji coba kelompok besar (*field test*). Subjek uji coba kelompok kecil (*small group*) adalah siswa kelas XI MIPA SMA YSKI Semarang yang berjumlah 15 orang dengan menggunakan pengambilan sampel acak sederhana (*simple random sampling*). Sedangkan subjek uji coba kelompok besar (*field tes*) adalah siswa kelas X MIPA SMA YSKI Semarang sebanyak 35 siswa.

### Teknik Analisis Data

Analisis data terdiri dari dua bagian, pertama adalah analisis hasil uji kelayakan e-modul yang dikembangkan dan yang kedua adalah analisis pengaruh implementasi e-modul berbantuan *software tracker* pada materi momentum terhadap pemahaman konsep siswa. Analisis kelakayakan e-modul materi momentum berbantuan *software tracker* memiliki dua tahapan yaitu analisis data hasil uji kelayakan e-modul oleh validator dan analisis data uji keterbacaan pada uji coba e-modul dalam skala kecil. Skor yang diperoleh dari hasil uji kelayakan oleh validator dikonversikan menjadi lima kriteria yang diadaptasi dari Andini, *et.al.* (2021) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tingkat Kriteria E-Modul

Interval P (%)	Kriteria
$P \leq 20$	Sangat tidak layak
$21 < P \leq 40$	Kurang Layak
$41 < P \leq 60$	Cukup Layak
$61 < P \leq 80$	Layak
$P \geq 81$	Sangat layak

Sedangkan, dalam uji keterbacaan digunakan tes rumpang sebagai instrumen pengukurannya. Analisis keterbacaan e-modul tersebut dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Tingkat keterbacaan (X)} = \frac{\text{Jumlah isian yang tepat}}{\text{jumlah rumpangan}} \times 100\%$$

Persentase skor yang diperoleh dari hasil uji keterbacaan kemudian ditafsirkan menurut tingkat keterbacaan e-modul diadaptasi dari Romayanti, *et.al* (2020) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Tingkat Keterbacaan E-Modul

Skor	Penafsiran	Keterangan
$> 60\%$	Independen/ Bebas	Tidak perlu direvisi/wacana mudah dipahami dengan mandiri
41% - 60%	Instruksional	Direvisi/perlu instruksi dari guru sebagai fasilitator
$\leq 40\%$	Frustasi/ Gagal	Direvisi/wacana susah dipahami

Analisis yang kedua adalah analisis pengaruh implementasi e-modul materi momentum berbantuan *software tracker* terhadap pemahaman konsep siswa.

Perbedaan pemahaman konsep siswa dianalisis dengan uji hipotesis atau *uji paired sample t-test*. Adapun hipotesis yang akan diuji adalah:

$H_0: \mu_g \leq \mu_s$  (Tidak terdapat perbedaan kemampuan interpretasi grafik dan besarnya tingkat pemahaman konsep siswa pada kelas sebelum dan setelah diterapkan bahan ajar e-modul berbantuan *software Tracker*).

$H_1: \mu_g > \mu_s$  (Terdapat perbedaan kemampuan interpretasi grafik dan besarnya tingkat pemahaman konsep siswa pada kelas sebelum dan setelah diterapkan bahan ajar e-modul berbantuan *software Tracker*).

Rumus perhitungan *Independent Sample T-Test* adalah sebagai berikut:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} - 2r \left(\frac{S_1}{\sqrt{n_1}}\right)\left(\frac{S_2}{\sqrt{n_2}}\right)}}$$

Dasar pengambilan keputusan atau kriteria pengujian adalah sebagai berikut:

$H_0$  diterima jika  $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$

$H_0$  ditolak jika  $-t_{hitung} < -t_{tabel}$  atau  $t_{hitung} > t_{tabel}$

Setelah diketahui apakah e-modul berbantuan *software tracker* memiliki pengaruh terhadap pemahaman konsep siswa atau tidak maka selanjutnya adalah menghitung besar atau nilai perubahan tingkat pemahaman konsep melalui uji N-Gain. Secara matematis rumus dari Skor gain yang ternormalisasi dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\langle g \rangle = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}}$$

keterangan:

$\langle g \rangle$  : normalitas gain

$S_{post}$  : nilai rata-rata posttes

$S_{pre}$  : nilai rata-rata pretes

$S_{max}$  : nilai maksimum

Kriteria N-gain menurut Sundaya (2015), dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria Faktor Gain

Faktor Gain	Kriteria
$0 < g < 0,3$	Rendah
$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
$0,7 \leq g \leq 1$	Tinggi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini terdiri dari data penilaian terhadap e-modul dan data *pretest-posttest*. Data pertama adalah penilaian produk e-modul dalam bentuk skala likert dan komentar saran perbaikan dari validator. Validator pada uji kelayakan terdiri dari dua dosen dan satu guru fisika. Pada penelitian ini, validator dosen fisika (DS) dan guru fisika (GR) diberi masing-masing file e-modul materi momentum berbantuan *software tracker* dan lembar kelayakan modul. Kelayakan ini terdiri dari beberapa komponen yaitu kelayakan isi, kelayakan penyajian, kebahasaan, dan kelayakan kegrafikan. Hasil dari uji kelayakan e-modul materi momentum dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Kelayakan E-Modul Berbantuan *Software Tracker*

Validator	Komponen Kelayakan				Total Skor	Persentase Skor (%)
	Isi	Penyajian	Kebahasaan	Kegrafikan		
DS-01	21	32	13	12	78	84 %
DS-02	24	35	13	9	81	88 %
GR	21	34	12	12	79	85 %
rata-rata	22	33,6	12,6	11	79	86,6 %

Berdasarkan tingkat kelayakan e-modul diadaptasi dari Andini *et al.*, (2021) hasil uji kelayakan e-modul materi momentum berbantuan *software tracker* termasuk dalam kategori sangat layak karena rata-rata skor penilaiannya berjumlah 86,6 %. Penilaian produk tidak hanya uji kelayakan oleh validator tetapi juga kelayakan wacana e-modul yang disebut dengan uji keterbacaan. Hasil uji keterbacaan menunjukkan bahwa rata-rata persentase keterbacaan e-modul mencapai 87,2 % dengan penafsiran wacana mudah dipahami. Hasil presentase keterbacaan ini masuk dalam kategori independen atau bebas revisi karena penyusunan wacana modul menggunakan panduan kamus besar bahasa Indonesia dan menggunakan bahasa yang sederhana sehingga mudah dipahami siswa. Selain itu, penambahan gambar dan ilustrasi pada modul memperjelas isi dari e-modul sehingga juga membantu siswa dalam

memahami wacana e-modul materi momentum.

Data kedua yang diperoleh adalah hasil penilaian *pretest-posttest*. Sebelum hasil penilaian ini digunakan dalam uji *paired sample t-test*, data dianalisis menggunakan uji normalitas dan uji homogenitas. Uji normalitas data merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui bahwa data yang diperoleh dari penelitian ini terdistribusi normal atau tidak normal. Data hasil uji normalitas Kolmogorov-Smirnov bisa dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi perhitungan uji normalitas *pretest posttest*

Perhitungan uji normalitas	Pre-test	Post-test
Mean	51,29	81,29
Statistik	0,09	0,14
Df	13,19	11,46
Sig	0,20	0,74

Tabel 6. menggambarkan nilai uji normalitas yang diperoleh oleh siswa setelah mengerjakan soal *pretest-posttest*. Berdasarkan data pada tabel nilai signifikansi (sig) *pretest* siswa sebesar  $0,20 \geq 0,05$  sedangkan setelah nilai sig *posttest* siswa adalah  $0,74 \geq 0,05$ . Berdasarkan kedua nilai signifikansi *pretest- posttest* maka dapat disimpulkan bahwa data dalam penelitian ini terdistribusi normal.

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui varians dalam variabel-variabel tersebut sama atau berbeda, untuk menolak atau menerima suatu hipotesis dengan membandingkan nilai signifikan lebih dari 0,05. Hasil uji homogenitas dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Homogenitas Nilai *Pretest-Posttest*

Variabel	f1	f2	Nilai signifikansi	Kesimpulan
<i>Pretest-posttest</i>	1	68	0,69	Homogen

Dari hasil perhitungan uji homogenitas melalui SPSS diperoleh bahwa nilai signifikansi  $P > 0,05$  yaitu varian sampel homogen. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa varian populasi yang ada pada hipotesis dapat diterima. Setelah mengetahui bahwa data penilaian hasil *pretest-posttest* terdistribusi normal dan homogen, maka selanjutnya dilakukan uji *paired sample t-test* untuk menjawab

hipotesis pada penelitian ini yaitu ada atau tidaknya pengaruh e-modul materi momentum terhadap pemahaman konsep dan kemampuan interpretasi grafik yang dimiliki oleh siswa kelas X. Hasil analisis data *paired sample t-test* dijelaskan secara rinci terlihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Analisis Uji *Paired Sample T-Test*

Analisis Paired sample t-test	Selisih rata-rata	Koef korelasi	t- hitung	t- tabel
	30	0,679	-17,74	2,29

Pada penelitian ini hipotesis yang akan diuji adalah:

$H_0: \mu_g \leq \mu_s$  (Tidak terdapat perbedaan kemampuan interpretasi grafik dan besarnya tingkat pemahaman konsep siswa pada kelas sebelum dan setelah diterapkan bahan ajar e-modul berbantuan *software Tracker*).

$H_1: \mu_g > \mu_s$  (Terdapat perbedaan kemampuan interpretasi grafik dan besarnya tingkat pemahaman konsep siswa pada kelas sebelum dan setelah diterapkan bahan ajar e-modul berbantuan *software Tracker*).

Berdasarkan data hasil analisis *paired sample t-test* diatas terlihat bahwa nilai t- hitung yang diperoleh kurang dari t-tabel karena  $-17,7482 < 2,2921$  sehingga dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa pada penelitian ini terdapat perbedaan tingkat pemahaman konsep yang dialami oleh 35 siswa sebelum dan setelah diterapkan e-modul materi momentum berbantuan *software tracker*. Nilai atau besar peningkatan kemampuan pemahaman konsep dapat diketahui melalui uji N-Gain. Hasil *pretest posttest* yang telah dianalisis dengan uji N-Gain disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji N-Gain

	Nilai rata - rata	Rata-rata N-Gain	Kategori
<i>Pretest</i>	51,2857140	0,6322793	Sedang
<i>Posttest</i>	81,2857143		

Berdasarkan perhitungan uji *N-gain* tersebut, diperoleh sebanyak 14 siswa yang memperoleh skor N-Gain ( $<g>$ )  $> 0,7$  dimana termasuk dalam kategori tinggi. Kemudian sebanyak 21 siswa mendapatkan



skor *N-Gain*  $0,7 > (<g>) > 0,3$  dalam kategori sedang dan sisanya memperoleh nilai *N-Gain*  $(<g>) < 0,3$  berkategori rendah. Rata-rata skor *N-Gain* yang diperoleh pada penelitian ini dengan siswa yang berjumlah 35 orang adalah sebesar 0,6323 yang termasuk dalam kategori sedang.

### **Pembahasan**

Pengembangan e-modul berbantuan software tracker dengan isi modul berupa materi momentum telah melalui uji kelayakan oleh tim ahli yang terdiri dari dua dosen fisika UNNES dan seorang guru fisika SMA. Aspek yang digunakan dalam uji kelayakan mengadaptasi penelitian Patama *et.al* (2021) terdiri dari komponen isi, komponen penyajian, komponen grafis dan kebahasaan. Hasil rata-rata skor yang diperoleh dalam penilaian kelayakan isi adalah 22 dengan rata-rata skor maksimalnya adalah 24. Indikator dengan perolehan skor yang paling sedikit adalah keakuratan fakta dan konsep serta kelengkapan materi. Hal ini dikarenakan kurangnya tambahan fakta materi momentum didalam e-modul sehingga selanjutnya menjadi upaya perbaikan e-modul momentum.

Hasil penilaian kelayakan komponen penyajian mendapatkan rata-rata skor sebesar 33,6 atau 84% dari total maksimal skor. Indikator dengan perolehan paling sedikit adalah penyajian pada bagian penutup, hal ini karena pada bagian penutup e-modul hanya ada wacana penerapan momentum dalam *science* dan teknologi, kurang penambahan soal evaluasi secara keseluruhan pada materi momentum dan tumbukan. Perolehan persentase skor pada komponen kebahasaan adalah 78% dari total skor maksimal. Persentase skor ini cukup rendah dibanding yang lainnya karena terdapat kalimat istilah yang masih membingungkan sehingga menghambat proses pemahaman. Rata-rata skor yang diperoleh pada komponen penilaian kegrafikan adalah 11 dari rata-rata maksimal skor adalah 12. Hal ini karena penempatan beberapa ilustrasi dan warna

yang tidak sesuai sehingga mengganggu pembaca dalam memahami konteks bacaan.

Hasil uji kelayakan e-modul materi momentum berbantuan *software Tracker* termasuk dalam kategori sangat layak karena rata-rata skor penilaiannya berjumlah 86,6 % yaitu lebih dari 81%. Menurut Fitri, *et al.* (2019), keunggulan e-modul adalah tampilan modul dalam bentuk tiga dimensi, kegiatan pembelajaran disusun agar siswa dapat mengkonstruksi konsep, hukum atau prinsip melalui tahapan pembelajaran. Hasil tersebut sesuai dengan Halim, *et al.* (2020) bahwa media pembelajaran sangat diperlukan untuk menjelaskan konsep abstrak menjadi kenyataan yang dapat memberikan kemudahan kepada siswa untuk melatih keterampilan logika dengan simulasi dan tampilan multimedia yang menarik. Media pembelajaran pada pokok bahasan momentum yang memuat materi, animasi, video, dan evaluasi mampu membantu keefektifan proses pembelajaran (Rezeki & Ishafit, 2017).

Berdasarkan hasil analisis data dengan uji *N-Gain*, kemampuan pemahaman konsep siswa pada materi momentum terdapat peningkatan setelah pembelajaran berbantuan *software Tracker* dan penggunaan e-modul saat pembelajaran. Analisis hasil *pretest* dan *posttest* dengan uji *N-Gain* diperoleh rata-rata sebesar 0,63 dengan kategori sedang. Nilai rata-rata *pretest* siswa sebesar 51,28 dan nilai rata-rata *posttest* siswa sebesar 81,28 sebesar 81,28 menunjukkan adanya peningkatan skor kemampuan siswa sebesar 30. Penguasaan konsep siswa pada materi momentum berkategori sedang. Menurut Simeon, *et al.* (2020), siswa perlu mengkonstruksi pengetahuan baru secara aktif dan memodifikasi untuk menemukan solusi guna meningkatkan kemampuan pemahaman konsep. Berdasarkan penelitian Halim, *et al.* (2017), terdapat pengaruh terhadap peningkatan pemahaman konsep siswa dengan pembelajaran PBL berbasis eksperimen. Persentase peningkatan kemampuan pemahaman tertinggi terdapat pada indikator *explaining* (menjelaskan) pada butir soal nomor 7A sebesar 51,4%.

Pembelajaran dengan e-modul berbantuan *software Tracker* yang disajikan dalam bentuk angka atau grafik dapat mengembangkan kemampuan siswa. Menurut Listiaghfiroh (2020), penggunaan *software Tracker* membuat siswa mampu menggambarkan ide-ide siswa dalam bentuk grafik dan membaca grafik dengan cepat.

Persentase peningkatan kemampuan pemahaman terendah terdapat pada indikator *exemplifying* (mencontohkan) pada butir soal nomor 3 sebesar 2,9%. Menurut Lasiani (2016), siswa cenderung mudah dalam menyelesaikan soal-soal yang terkait dengan persamaan-persamaan matematik. Kecenderungan dalam menghafal rumus-rumus fisika mengakibatkan rendahnya kemampuan siswa dalam mencontohkan. Siswa dengan pengetahuan konseptual yang baik dapat dilihat pada bagaimana cara siswa menjawab pertanyaan dan menyelesaikan soal yang diberikan (Meliala, *et al.* 2019). Berdasarkan hasil penelitian, pada indikator pemahaman konsep *inferring* (menduga) menunjukkan persentase peningkatan sebesar 25,7%. Siswa yang tidak mampu menghubungkan konsep dasar dengan hitungan penyelesaian soal menunjukkan bahwa siswa memiliki kemampuan pemahaman konsep fisika yang rendah (Tanjung & Bakar, 2019).

Setelah hasil implementasi e-modul berbantuan *software tracker* terhadap pemahaman konsep diketahui maka selanjutnya adalah menganalisis angket respon siswa. Penyebaran angket dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui respon yang diberikan oleh siswa setelah menggunakan e-modul berbantuan *software tracker* pada pembelajaran materi momentum. Hasil analisis respon siswa menunjukkan bahwa muatan hasil analisis *software Tracker* mencapai persentase sebesar 78% berkategori tinggi. Komponen lembar respon siswa dengan perolehan skor paling tinggi adalah komponen muatan materi pembelajaran dan tampilan e-modul dengan perolehan persentase sebesar 82%. Perolehan skor yang tinggi pada kedua

komponen ini dikarenakan jenis dan ukuran huruf yang dipakai selaras dengan warna tema e-modul sehingga membuat siswa tertarik dan termotivasi untuk mempelajari e-modul. Selain itu, susunan kata sehingga membentuk kalimat yang terpadu mengakibatkan siswa mudah dalam memahami isi modul. Penggunaan panduan KBBI, penambahan gambar dan ilustrasi pada modul memperjelas isi membantu siswa memahami materi momentum. Pembelajaran menggunakan e-modul dan kegiatan analisis video gerak benda melalui *software Tracker* meningkatkan interaksi siswa dalam setiap kegiatan pembelajaran.

#### **SIMPULAN**

E-Modul materi momentum berbantuan *software tracker* yang telah dikembangkan memiliki rata-rata persentase skor sebesar 86,6 % yang berarti kelayakan e-modul materi momentum berbantuan *software tracker* termasuk dalam kategori sangat layak. E-modul berbantuan *software tracker* dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa pada materi momentum. Berdasarkan data hasil analisis, setelah siswa menggunakan e-modul dalam pembelajaran, persentase siswa yang masuk kategori paham konsep sebanyak 70 % atau meningkat 36 % dari sebelum menggunakan e-modul. Siswa yang mengalami miskonsepsi pada materi momentum mengalami pengurangan sebanyak 11%, dan siswa yang masuk kategori tidak memahami konsep secara keseluruhan mengalami pengurangan sebanyak 24%. Pembelajaran momentum dengan e-modul berbantuan *software tracker* mendapat respon yang baik dari siswa. Rata - rata skor angket respon siswa yang diperoleh sebanyak 78% dengan penafsiran e-modul mendapat respon yang tinggi dari siswa sebagai pengguna modul.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Kepada kedua orang tua dan keluarga besar peneliti, saya mengucapkan terima kasih banyak atas dukungan dan motivasi yang diberikan. Kemudian kepada pihak SMA YSKI, peneliti ucapkan terima kasih karena telah memberikan ruang kepada peneliti melakukan penelitian dan kepada semua

pihak yang tidak dapat peneliti sebutkan satu persatu, peneliti ucapkan terima kasih.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agung, F. P., Suyanto, S. & Aminatun, T. 2020. E-Modul Gerak Refleksi Berbasis Pendekatan Kontekstual untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 5(3): 279–289.
- Alawiyah, N. S., Ngadimin & Hamid, A. 2017. Identifikasi Miskonsepsi Siswa dengan Menggunakan Metode Indeks Respon Kepastian (IRK) pada Materi Impuls dan Momentum Linear di SMA Negeri 2 Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa (JIM) Pendidikan Fisika*, 2(2): 272–276.
- Andini, F. F., Karim, S. & Danawan, A. 2021. Penyusunan E-book Interaktif Pada Materi Momentum dan Impuls Untuk Siswa Sma Kelas X', *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 6(1): 132–140.
- Arianti, B. I., Sahida, H., Harjono A., & Gunawan. 2017. Pengaruh Model Direct Instruction Berbantuan Simulasi Virtual Terhadap Penguasaan Konsep Siswa', *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 2(4): 159. doi: 10.29303/jpftv2i4.307.
- Bunawan, W., Setiawan A., Rusli A., & Nahadi. 2015. Penilaian Pemahaman Representasi Grafik Materi Optika Geometri Menggunakan Tes Diagnostik. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 2(2): 257–267. doi: 10.21831/cpv2i2.4830.
- Diana, P., Marethi, I. & Pamungkas, A. S. 2020. Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis Siswa: Ditinjau dari Kategori Kecemasan Matematik. *SJME (Supremum Journal of Mathematics Education)*, 4(1): 24. doi: 10.35706/sjmev4i1.2033.
- Fadholi, L., Harijanto, A. & Lesmono, A. D. 2018. Analisis Video Kejadian Fisika dengan Software Tracker sebagai Rancangan Bahan Ajar Momentum dan Impuls Untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kritis Siswa SMA Kelas X. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(3): 263–270.
- Fitri H., Maison, M. & Kurniawan, D. A. 2019. Pengembangan E-Modul Menggunakan 3D *Pageflip Professional* pada Materi Momentum dan Impuls SMA/MA Kelas XI. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(1): 46–58.
- G. Muruganantham. 2015. Developing of E-Content Package by Using ADDIE Model', *International Journal of Applied Research*, 1(3): 52–54.
- Habibulloh, M. & Madlazim, M. 2014. Penerapan Metode Analisis Video *Software Tracker* Dalam Pembelajaran Fisika Konsep Gerak Jatuh Bebas Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Siswa Kelas X SMAN 1 Sooko Mojokerto. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, 4(1): 15–22. doi: 10.26740/jpfav4n1. p 15-22.
- Halim, A., Suriana, S., & Mursal, M. 2017. Dampak *Problem Based Learning* terhadap Pemahaman Konsep Ditinjau dari Gaya Berpikir Siswa pada Mata Pelajaran Fisika. *JPPPF (Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika)*, 3(1): 1-8.
- Halim, A., Soewarno, Elmi, Zaenuddin, Huda I., & Irwandi. 2020. The Impact of the E-Learning Module on Remediation of Misconceptions in Modern Physics Courses. *JPPPF (Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika)*, 6(2): 203-216.
- Hemalatha, K. 2013. Development Of E-Learning Module Through Addie Model. *Shanlax International Journal of Education*, 1(4): 55–58.
- Laili, I., Ganefri & Usmeldi. 2019. Efektivitas Pengembangan E-Modul Project Based Learning Pada Mata Pelajaran Instalasi. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*, 3(3): 306–315.
- Lasiani, L. 2016. *Pola Pemecahan Masalah Berdasarkan Representasi Siswa Dalam Membangun Pemahaman Konsep Fisika*. Tesis. Semarang: Program Pascasarjana Universitas Negeri Semarang.
- Listiagfiroh, W. 2020. *Efektivitas Software Video Tracker Pada Model Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Komunikasi dan Kerjasama Siswa*. Tesis. Semarang: Program Pascasarjana Universitas Negeri Semarang.
- Luedo, M., Supeno & Maryani. 2021. Kemampuan Interpretasi Grafik Siswa Sekolah Swasta di Thailand Selatan Pada Materi Kinematika Gerak Dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 6(2): 6–10. doi: 10.36709/jipfiv6i2.16409.
- Miftah, M. 2013. Fungsi dan Peran Media Pembelajaran sebagai Upaya Peningkatan Kemampuan Belajar Siswa. *Jurnal KWANGSAN*, 1(2): 95–105.
- Mawardi. 2018. Merancang Model dan Media Pembelajaran. *Scholaria*:

- Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 8(1): 26–40.
- Meisadewi, N., Anggraeni, S. & Supriatno, B. 2017. Improving Student's Graphing Skills through Quantitative-Based Lab Activities. *Journal of Physics: Conference Series*, 180(1). doi: 10.1088/1757-899X/180/1/012245.
- Meliala, E. M. Br., Ginting, E. M., & Siregar, N. 2019. Pengaruh Model Pembelajaran *Scientific Inquiry* Terhadap Pengetahuan Konseptual Dan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(1): 79-84.
- Mustain, I. 2015. Kemampuan Membaca dan Interpretasi Grafik dan Data: Studi Kasus pada Siswa Kelas 8 SMPN. *Scientiae Educatia*, 4 (2): 1-11.
- Nomleni, F. T. & Manu, T. S. N. 2018. Pengembangan Media Audio Visual dan Alat Peraga dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Pemecahan Masalah. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 8(3): 219–230. doi: 10.24246/jjs2018.v8i3.p219-230.
- Nufus, H., Susilawati, S. & Linda, R. 2020. Implementation of E-Module Stoichiometry Based on Kvisoft Flipbook Maker for Increasing Understanding Study Learning Concepts of Class X Senior High School. *Journal of Educational Sciences*, 4(2): 261-272. doi: 10.31258/jes.4.2 p.261-272
- Puspitasari, A.D. 2019. Penerapan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Modul Cetak dan Modul Elektronik pada Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(1): 17–25.
- Raflesiana, V., Kartini H., & Wahyudi, I. 2019. Pengaruh Penggunaan Tracker Pada Pembelajaran Gerak Harmonik Sederhana Berbasis Inkuiri Terbimbing Terhadap Keterampilan Interpretasi Grafik Siswa. *Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 5(1): 1–12.
- Ramadan, E. M., Jumadi, J., & Rahmawati, D. U. 2020. Physics Online Learning Devices Based on Guided Discovery Model for High School Class X on Momentum and Impulse Material. *JPPPF (Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika)*, 6(2): 163-172.
- Rezeki, S. & Ishafit, I. 2018. Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif untuk Sekolah Menengah Atas Kelas XI pada Pokok Bahasan Momentum. *JPPPF (Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika)*, 3(1): 29-34.
- Romayanti, C., Sundaryono, A. & Handayani, D. 2020. Pengembangan E-Modul Kimia Berbasis Kemampuan Kreatif Dengan Menggunakan Kvisoft Flipbook Maker. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, 4(1): 51–58.
- Rosa, G. C., Cari, C. & Aminah, N. S. 2017. Tingkat Pemahaman Konsep Mahasiswa Pendidikan Fisika Universitas Sebelas Maret pada Materi Momentum. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya)*, 2: 74–84. doi: 10.20961/prosidingsnfav2i0.16368.
- Said, M. A., Arsyad, M., & Tawil, M. 2021. The Development of Electronic Practicum Modules at Electronic Course for Physics Education Program. *JPPPF (Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pendidikan Fisika)*, 7(1): 99-106.
- Savira, Y. M., Budi, A. S. & Supriyati, Y. 2019. Pengembangan E-Modul Materi Momentum Dan Impuls Berbasis *Process Oriented Guided Inquiry Learning* (Pogil) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa SMA Kelas X. *SNF2019-PE-25–36*, 8. doi: 10.21009/03snf2019.01.pe.04.
- Shobrina, N. Q., Sakti, I. & Purwanto, A. 2020. Pengembangan Desain Bahan Ajar Fisika Berbasis E-Modul Pada Materi Momentum. *Jurnal Kumparan Fisika*, 3(1): 33–40. doi: 10.33369/jkf.3.1.33-40.
- Simeon, M. I., Samsudin, M. A., & Yakob, N. 2020. Effect of design thinking approach on students' achievement in some selected physics concepts in the context of STEM learning. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-28.
- Subali, B., et.al. 2021. Momentum Concept Learning Using Tracker as a Virtual Experiment Model: Looking at Students' Learning Independence. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*, 10(1): 19-28.
- Suwarman, R. F. 2018. Analisis Tingkat Kemampuan Pemahaman Konsep. *Jurnal Prisma*, 7(2): 227–237.
- Syarbila, I., Adiningsih, K. R. & Isnaini, K. A. 2021. Studi Literatur Miskonsepsi Siswa pada Materi Gerak Melingkar Beraturan dengan Penggunaan Tes Diagnostik Two-Tier. *Jurnal Kependidikan Betara*, 2(1): 23–27.
- Tanjung, Y. I. & Bakar, A. 2019. Pengembangan Instrumen Tes Fisika Berbasis Dimensi Pengetahuan

- Konseptual dan Taksonomi Bloom Revisi. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2): 141-148.
- Umar. 2014. Media Pendidikan: Peran dan Fungsinya dalam Pembelajaran. *Jurnal Tarbiyah*, 11(1): 131–144.
- Wijayanto & Zuhri, M. S. 2014. Pengembangan E-Modul Berbasis Flip Book Maker Dengan *Model Project Based Learning* Untuk Mengembangkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika. *Prosiding Mathematics and Sciences Forum 2014*, 625–628.
- Winatha, K. R., Suharsono, N. & Agustin, K. 2018. Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Proyek Matematika. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 4(2): 188–199.
- Yudha, A. I., Andias, R. A. & Nugroho, Y. 2015. Modul Part Assembly Menggunakan Model Addie Sebagai Media Pembelajaran Gambar Teknik Yang Efektif. 2(2): 53–58.
- Yulianci, S., Gunawan & Doyan, A. 2017. Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan Multimedia Interaktif Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 3(2): 146–154.
- Yuniarti, N. 2018. *Keefektifan penggunaan Software Video Tracker Analysis Terhadap Pemahaman Konsep dan Kemampuan Berpikir Kritis*. Semarang: Unnes.
- Yustiandi & Saepuzaman D. 2017. Profil Kemampuan Interpretasi Grafik Kinematika Siswa Sma Kelas X. *Gravity: Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Fisika GRAVITY*, 3(1): 30–39.