



E-Modul Berbasis *Inquiry Learning* Terintegrasi STEM dalam Fisika: Pengaruhnya terhadap Penguasaan Konsep Impuls dan Momentum

Irvany Nurita Pebriana^{1*}, Afini Vinnahari Nuryaman²

^{1,2}Departemen Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta

Jalan Colombo No. 1, Karangmalang, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281, Indonesia

* Korespondensi Penulis. E-mail: irvany.nurita@uny.ac.id

Received: 06 August 2023; Revised: 10 October 2023; Accepted: 18 November 2023

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh penggunaan e-modul berbasis Inquiry Learning terintegrasi STEM terhadap penguasaan konsep siswa SMA topik Momentum dan Impuls. Melalui penelitian quasi eksperimen dengan desain pretest-posttest, 30 siswa SMA 1 Godean ditempatkan sebagai kelompok eksperimen, sedangkan 31 siswa dari sekolah yang sama dikhususkan untuk kelompok kontrol. Kelompok eksperimen dibelajarkan dengan e-modul berbasis Inquiry Learning terintegrasi STEM sedangkan kelompok kontrol diajar menggunakan pembelajaran tradisional. Terkait pengumpulan data, terdapat 8 pertanyaan terbuka yang digunakan untuk tes penguasaan konsep. Data dianalisis dengan independent t-test dan analisis deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik antara tingkat literasi kimia kelompok eksperimen dan kontrol. Meskipun siswa memiliki penguasaan konsep yang baik pada indikator menganalisis jenis tumbukan berdasarkan peristiwa yang terjadi dan besarnya koefisien restitusi, mereka perlu meningkatkan kemampuannya untuk menganalisis besarnya gaya rata-rata pada motor selama berlangsungnya tabrakan. Studi ini menunjukkan bahwa e-modul berbasis Inquiry Learning terintegrasi STEM harus digunakan lebih lanjut di SMA untuk penguasaan konsep siswa.

Kata Kunci : *inquiry learning*, STEM, penguasaan materi, momentum dan impuls

STEM Integrated Inquiry Learning based E-Module in Physics: Its Impact on Conceptual Understanding of Impulse and Momentum

Abstract

This study aims to investigate the effect of using STEM-integrated Inquiry Learning-based e-modules on high school students' conceptual understanding of Momentum and Impulse. Through a quasi-experimental study with a pretest-posttest design, 30 students from SMA 1 Godean were placed as an experimental group, while 31 students from the same school were assigned to the control group. The experimental group was taught using an e-module based on Inquiry Learning integrated with STEM while the control group was taught using traditional learning. Regarding data collection, there are 8 open questions used for the conceptual understanding test. Data were analyzed by independent t-test and descriptive analysis. The results showed a statistically significant difference between conceptual understanding of the experimental and control groups. Even though students have good conceptual understanding on analyzing the type of collision based on the phenomena and the magnitude of the coefficient of restitution, they need to improve their ability to analyze the magnitude of the average force on the motorbike during a collision. This study shows that STEM-integrated Inquiry Learning-based e-modules should be further used in high school for students' conceptual understanding.

Keywords : *inquiry learning, STEM, conceptual understanding, impulse and momentum*

How to Cite: Irvany Nurita Pebriana. (2023). Judul dalam bahasa Indonesia, ditulis dengan huruf TNR-13 bold, maksimal 14 kata, rata tengah. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, , XI(1), 10-17. doi: <https://doi.org/10.21831/jpms.v11i.61774>

Permalink/DOI: DOI: <http://dx.doi.org/10.21831/jpms.v4i1.61774>

PENDAHULUAN

Gelombang merupakan salah satu topik fisika yang fundamental untuk dipelajari peserta didik. Dengan memiliki, pemahaman yang baik mengenai gelombang akan menjadi dasar bagi peserta didik dalam mempelajari materi fisika tentang cahaya, bunyi, listrik dan elektromagnetik (Yana, et al., 2019). Selain itu mempelajari materi gelombang juga akan membantu pemahaman tentang optik dan mekanika kuantum (Wittmann, et al., 1999) serta disiplin ilmu lainnya diperlukan untuk mempelajari spektroskopi dan seismologi (Kameo, et al., 2020). Hal tersebut menunjukkan bahwa pemahaman peserta didik mengenai materi gelombang sangatlah penting.

Dibalik pentingnya mempelajari gelombang bunyi terdapat permasalahan kesulitan pemahaman dalam materi tersebut. (Tongchai, et al., 2011) (Setyarini & Admoko, 2021) mengungkapkan pada konsep cepat rambat bunyi, peserta didik beranggapan bahwa frekuensi bunyi mempengaruhi cepat rambat bunyi. Pada konsep sumber bunyi yaitu pipa organa, peserta didik menganggap jika panjang kolom udara lebih tinggi maka frekuensi akan semakin tinggi (Widiastuti & Purwanto, 2019). Selain itu penelitian yang dilakukan oleh (Lailiyah & Ermawati, 2020) mengungkapkan pada konsep sumber bunyi yaitu senar, peserta didik menganggap semakin panjang senar pada alat musik akustik maka frekuensi yang dihasilkan semakin besar, dan pada konsep Efek Doppler peserta didik beranggapan bahwa frekuensi yang diterima oleh pendengar tidak dipengaruhi oleh jarak antara sumber bunyi dengan pendengar.

Pembaruan proses pembelajaran sangat diperlukan dengan memanfaatkan teknologi yaitu berupa bahan ajar elektronik. Bahan ajar menjadi komponen utama dalam proses pembelajaran dan memberikan percepatan dalam memahami materi (Abadi, et al., 2017). Bahan ajar sebenarnya sudah banyak tersedia di lingkungan sekolah. Akan tetapi, masih banyak bahan ajar yang hanya berisi definisi dan inti persamaan saja tanpa menjelaskan secara detail. Permasalahan tersebut kurang diperhatikan dengan baik dalam pembuatan bahan ajar, padahal mampu melatih pola pikir peserta didik untuk memproses informasi yang ada. Dengan menggunakan bahan ajar mampu menunjang

penguasaan materi fisika peserta didik menjadi terbangun.

Berbagai upaya telah dilakukan oleh peneliti terlebih dahulu untuk mengembangkan bahan ajar. Bahan ajar fisika berbasis kontekstual dapat meningkatkan kemampuan dalam ranah kognitif (Astuti, 2019) dan motivasi belajar peserta didik (Haryadi & Nurmala, 2021). Selain itu bahan ajar berbasis *problem based learning* dapat meningkatkan kemampuan komunikasi dan kolaborasi peserta didik (Nurhayati, et al., 2019). Akan tetapi terdapat kekurangan dari bahan ajar fisika berbasis *problem based learning* yaitu pada tahap penyelidikan dalam proses pembelajaran membutuhkan waktu yang lebih lama (Ulfani, et al., 2022). Hal ini sejalan dengan (Masyhuri, et al., 2017) memerlukan waktu yang lebih lama untuk memahami permasalahan juga adanya langkah-langkah pembelajaran yang banyak dalam model *problem based learning* ini.

Bahan ajar yang baik memuat model pembelajaran yang dapat membimbing peserta didik untuk menyelidiki masalah. Salah satu model pembelajaran yang cocok adalah *inquiry learning*. Pembelajaran dengan model *inquiry learning* dapat memfasilitasi peserta didik dalam di kegiatan investigasi dan eksplorasi sebagai cara untuk membangun makna dan pengetahuan baru (Sutiani, et al., 2021) (Cahyati & Yohandri, 2021). Penelitian terkait bahan ajar berbasis *inquiry learning* sudah dilakukan oleh (Hasibuan & Hufri, 2018) yang menyimpulkan bahwa bahan ajar dapat meningkatkan kemampuan berpikir kreatif dan kompetensi peserta didik (Ayu, et al., 2019). Namun, model pembelajaran inkuiri memiliki kelemahan yaitu peserta didik kesulitan merubah cara belajar yang awalnya hanya menerima informasi yang disampaikan pendidik menjadi peserta didik harus aktif dalam membangun konsep pemahaman sendiri (Simbolon, 2015). Untuk mengatasi kelemahan tersebut pendidik menyediakan bimbingan kepada peserta didik melalui kegiatan tanya jawab (Pitorini, et al., 2020).

Bahan ajar yang digunakan harus menyajikan sumber bahan yang baik dan susunannya teratur dan memiliki daya tarik yang kuat untuk mempelajarinya oleh peserta didik. Bahan ajar yang digunakan harus bisa merangsang, menantang dan mengaitkan materi fisika dengan peristiwa nyata dalam kehidupan

sehari-hari, sehingga dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik dan membantu peserta didik dalam memahami materi fisika (Haryadi & Nurmala, 2021). Pengembangan bahan ajar dapat menggunakan pendekatan agar lebih terarah dan terstruktur. Pendekatan pembelajaran dapat diaplikasikan ke dalam bahan ajar salah satunya pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering dan Mathematics*) (Sulistiyowati, et al., 2018). Pendekatan STEM merupakan pembelajaran inovatif yang mengarah pada model *inquiry learning* (Breiner, et al., 2012).

Bahan ajar elektronik fisika berbasis *inquiry learning* terintegrasi STEM sangat potensial mampu meningkatkan penguasaan materi, sedangkan bahan ajar berbasis STEM dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik. Peneliti yang mengembangkan bahan ajar dengan mengkombinasikan keduanya pada topik gelombang bunyi masih sangat minim. Dengan demikian, bahan ajar yang dikembangkan diharapkan dapat membantu peserta didik untuk menguasai materi gelombang bunyi sehingga penguasaan materi dan motivasi belajar peserta didik dapat meningkat.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari – Maret 2023, tahap pengambilan data untuk uji empiris dan terbatas pada bulan Februari 2023 di SMA Negeri 1 Cibadak, Sukabumi, Jawa Barat sedangkan untuk uji lapangan pada bulan Februari – Maret 2023 di SMA Negeri 1 Karanganyar, Klaten, Jawa Tengah.

Penelitian ini termasuk jenis penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Penelitian ini mengacu pada tahapan pengembangan model 4D yang terdiri atas *define, design, development, and disseminate* (Thiagarajan, et al., 1974).

Tahap pendefinisian merupakan tahapan awal untuk mendefinisikan dan menetapkan kebutuhan-kebutuhan dalam proses pembelajaran seperti analisis awal, peserta didik, tugas, konsep dan spesifikasi tujuan pembelajaran. Selanjutnya, tahap perancangan merupakan perancangan produk berdasarkan hasil analisis awal yang telah dikembangkan seperti penyusunan standar tes, pemilihan media, format dan desain awal. Tahap pengembangan dilakukan penyusunan produk awal, validasi instrumen penelitian oleh ahli dan praktisi, uji empiris dan terbatas serta uji

lapangan dengan tujuan menghasilkan produk akhir yang layak. Dan tahap penyebaran dilakukan untuk mensosialisasikan produk kepada peserta didik dan para pendidik mata pelajaran fisika serta mengunggah hasil penelitian pada Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains.

Instrumen penelitian yang digunakan berupa instrumen pembelajaran dan instrumen pengumpulan data. Instrumen pembelajaran terdiri dari Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan bahan ajar elektronik fisika berbasis *inquiry learning* terintegrasi STEM. Sedangkan instrumen pengumpulan data terdiri dari soal tes penguasaan materi, lembar validasi soal tes penguasaan materi, angket motivasi belajar, lembar validasi angket motivasi belajar, lembar kelayakan bahan ajar, lembar kelayakan RPP, lembar observasi keterlaksanaan RPP, angket respon peserta didik terhadap bahan ajar, dan lembar validasi angket respon peserta didik terhadap bahan ajar.

Teknik pengumpulan data berupa tes dan non tes. Tes dilakukan dengan menggunakan soal *pretest* dan *posttest* untuk mengukur penguasaan materi peserta didik. Sedangkan non tes dilakukan dengan melakukan observasi, wawancara, angket motivasi belajar dan angket respon peserta didik terhadap bahan ajar.

Teknik analisis data terdiri dari analisis data kualitatif dan analisis data kuantitatif. Data kualitatif yang diperoleh berupa hasil observasi, wawancara, komentar dan saran pada lembar validasi, lembar respon peserta didik dan lembar observasi dari observer. Dianalisis secara deskriptif kualitatif dan kemudian digunakan sebagai perbaikan pada produk yang dikembangkan. Pada analisis data kuantitatif menggunakan beberapa teknik analisis. Klasifikasi teknik analisis dalam penelitian ini secara rinci disajikan dalam Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Klasifikasi Teknik Analisis Penelitian

Teknik Analisis	Instrumen
Simpangan Baku Ideal (SBI)	Menganalisis kelayakan dari bahan ajar, angket respon peserta didik dan RPP
Validitas Aiken	Validasi soal <i>pretest-posttest</i> dan angket

	motivasi belajar
Analisis dengan program QUEST	Menganalisis validitas empiris serta reliabilitas soal penguasaan materi dan angket motivasi belajar, tingkat kesukaran butir soal dan daya pembeda soal
<i>Interjudge Agreement</i> (IJA)	Menganalisis keterlaksanaan RPP
<i>Uji Standard Gain</i>	Mengetahui peningkatan penguasaan materi dan motivasi belajar
Uji Normalitas dan Homogenitas dengan SPSS 26	Mengetahui data terdistribusi normal dan homogen
Uji MANOVA dengan SPSS 26	
<i>Uji Effect size</i> dengan SPSS 26	Mengetahui keefektifan bahan ajar elektronik fisika berbasis <i>inquiry learning</i> terintegrasi STEM untuk meningkatkan penguasaan materi dan motivasi belajar

Validitas Isi

Validitas isi bertujuan untuk mengukur kesesuaian item instrumen pengumpulan data dengan variabel yang akan diukur yang dianalisis menggunakan koefisien validitas Aiken (Aiken, 1985) yang ditunjukkan pada persamaan berikut ini:

$$V = \frac{\sum s}{n(c - 1)}$$

$$V = \frac{(r - l_0)}{n(c - 1)}$$

Keterangan :

V : Koefisien validitas isi

n : jumlah validator

r : skor yang diberikan oleh validator

l_0 : angka penilaian validitas terendah

c : angka penilaian validitas tertinggi

Pedoman kriteria validitas ditunjukkan pada tabel 2 menurut (Retnawati, 2016).

Tabel 2. Kriteria Penilaian Validitas Konten dengan Aiken's V

Indeks V	Kategori Kualitatif
$V > 0,8$	Valid
$0,4 < V \leq 0,8$	Sedang
$V \leq 0,4$	Kurang Valid

Validitas Empiris

Validitas empiris diperoleh dari analisis respon peserta didik terhadap soal penguasaan materi dan angket motivasi belajar. Hasil uji coba empiris kemudian dianalisis menggunakan Teori Tes Modern dengan pedoman penskoran politomus lima kategori. Analisis teori tes modern menggunakan QUEST dengan teknik model kredit parsial (*Partial Credit Model*). *Partial Credit Model* (PCM) merupakan pengembangan dari model 1-PL dan masuk kedalam Model Rasch. Validitas butir instrumen ditinjau dengan mengacu pada nilai INFIT *Mean of Square* (INFIT MNSQ). Kategori pengelompokan nilai INFIT MNSQ ditunjukkan pada tabel 3 menurut (Adams & Khoo, 1996).

Tabel 3. Kategori Validitas Berdasarkan Nilai INFIT MNSQ

Rentang Nilai	Kategori
$>1,30$	Tidak Valid dengan model Rash
$0,77 - 1,30$	Valid dengan model Rash
$<0,77$	Tidak Valid dengan model Rash

Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan untuk melihat reliabel atau tidaknya instrumen evaluasi yang digunakan. Reliabilitas digunakan untuk menunjukkan sejauh mana instrumen dapat dipercaya atau diandalkan dalam penelitian. Estimasi reliabilitas dalam penelitian ini menggunakan analisis program QUEST berdasarkan *reliability of item estimates* (sparasi butir). Kemudian dicocokkan dengan kriteria tabel 4 menurut (Mundilarto, 2010).

Tabel 4. Kategori Reliabilitas Instrumen

Rentang Skor	Kategori
0,00 – 0,20	Sangat Rendah
0,20 – 0,40	Rendah
0,40 – 0,60	Sedang
0,60 – 0,80	Tinggi
0,80 – 1,00	Sangat Tinggi

Rentang Skor	Kategori
--------------	----------

Tingkat Kesukaran Butir Soal

Tingkat kesukaran butir soal menunjukkan proporsi banyaknya responden yang dapat menjawab butir soal dengan benar. Butir soal yang baik adalah butir siak yang tidak terlalu mudah atau tidak terlalu sukar. Tingkat kesukaran butir soal pada penelitian dianalisis menggunakan program *QUEST*. Dari analisis tersebut dapat dilihat dari nilai “DIFF” program *QUEST* (Priowuntato, et al., 2015). Interpretasi indeks kesukaran menurut (Arikunto, 2006) ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Interpretasi Indeks Kesukaran

Rentang Skor	Kategori
0,00 – 0,30	Soal Sukar
0,31 – 0,70	Soal Sedang
0,71 – 1,00	Soal Mudah

Daya Pembeda Soal

Tujuan dari daya pembeda soal adalah untuk mengetahui kemampuan butir soal dalam membedakan antara peserta didik yang berkemampuan tinggi dengan peserta didik yang berkemampuan rendah. Pada penelitian ini untuk menghitung daya pembeda dengan menggunakan metode korelasi yaitu korelasi *point biserial*. Indeks daya pembeda soal pada penelitian ini dengan bantuan program *QUEST* yang dapat dilihat dari nilai “*Pt-Biserial*”. Interpretasi daya beda menurut (Crocker & Algina, 1986) ditunjukkan dengan pada tabel 6.

Tabel 6. Interpretasi Daya Pembeda

Rentang Skor	Kategori
≥ 0.40	Butir soal berfungsi dengan baik
0.30 – 0.39	Sedikit atau tidak perlu ada revisi
0.20 – 0.29	Butir memerlukan revisi
≤ 0.19	Butir harus dieliminasi

Analisis Peningkatan Penguasaan Materi dan Motivasi Belajar

Hasil yang diperoleh dapat dianalisis menggunakan persamaan *Standard Gain* sebagai berikut:

$$N \text{ gain} = \frac{\text{Skor Akhir} - \text{Skor Awal}}{\text{Skor Maksimum} - \text{Skor Awal}}$$

Standard Gain yang diperoleh dapat diinterpretasi menjadi kategori peningkatan yang ditunjukkan pada tabel 7 (Hake, 1999).

Tabel 7. Kategori *Standard Gain*

Skor	Kategori
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 > g \geq 0,3$	Sedang
$G < 0,3$	Rendah

Uji MANOVA

Uji MANOVA bertujuan untuk mengetahui perbedaan pemberian perlakuan pada kelas eksperimen berupa bahan ajar elektronik fisika berbasis *inquiry learning* terintegrasi STEM dengan kelas kontrol berupa pembelajaran konvensional terhadap penguasaan materi dan motivasi belajar peserta didik. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel Multivariate Test pada luaran SPSS 26. Interpretasi hasil uji MANOVA dapat diamati berdasarkan pengambilan keputusan yaitu:

- (1) Jika signifikansi bernilai (Sig. < 0,05) maka H_0 ditolak.
- (2) Jika signifikansi bernilai (Sig. > 0,05) maka H_0 diterima.

Uji *Effect Size*

Uji *Effect Size* digunakan untuk mengetahui ukuran besarnya efek suatu variabel terhadap variabel lainnya serta besarnya perbedaan ataupun hubungan antar variabel yang terbebas dari pengaruh besarnya sampel penelitian yang digunakan. Perhitungan *effect size* dapat ditinjau dari nilai *partial eta squared* pada hasil uji MANOVA yang dianalisis menggunakan SPSS 26. Hasil perhitungan *effect size* kemudian diinterpretasikan berdasarkan klasifikasi *effect size* menurut (Cohen, 1988) pada tabel 8.

Tabel 8. Kategori *Effect Size*

Rentang Nilai	Kategori
$0,01 \leq \eta^2 < 0,06$	Kecil
$0,06 \leq \eta^2 < 0,14$	Sedang
$0,14 \leq \eta^2 < 0,20$	Besar
$\eta^2 > 0,20$	Sangat Besar

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. *Define*

Peneliti melakukan observasi dan wawancara dengan pendidik mata pelajaran fisika dan peserta didik di SMAN 1 Karanganyar dan diperoleh informasi bahwa terdapat beberapa masalah dalam pembelajaran yang dapat diatasi dengan menggunakan bahan ajar elektronik fisika

berbasis *inquiry learning* terintegrasi STEM.

2. Design

Rancangan awal yang disusun pada tahap design menggunakan dua instrumen yaitu instrumen pembelajaran meliputi RPP dan bahan ajar elektronik fisika. Dan instrumen pengumpul data terdiri dari soal *pretest-posttest* penguasaan materi dan angket motivasi belajar. Bahan ajar elektronik fisika berbasis *inquiry learning* terintegrasi STEM yang dikembangkan oleh peneliti diselaraskan dengan materi fisika dan karakteristik peserta didik yang didapatkan dari hasil observasi dan wawancara untuk materi gelombang bunyi.

3. Develop

a. Kelayakan Instrumen Pembelajaran dan Validasi Instrumen Pengumpul Data

Rata-rata hasil analisis kelayakan oleh validator ahli dan praktisi dalam kategori sangat baik pada instrumen pembelajaran dianalisis menggunakan SBI disajikan pada tabel 9.

Tabel 9. Kelayakan Instrumen Pembelajaran

Instrumen	Rata-Rata keseluruhan aspek	Keterangan
RPP	5,19	Sangat Baik
Bahan ajar	5,07	Sangat Baik
Angket respon bahan ajar	5,00	Sangat Baik

Hasil validasi instrumen pengumpulan data pada penelitian ini termasuk kategori sangat tinggi.

Tabel 10. Validasi Instrumen Pengumpul Data

Instrumen	Hasil	Keterangan
Soal <i>Pretest-Posttest</i>	0,98	Valid
Angket motivasi	1,00	Valid

Berdasarkan analisis hasil validasi diatas diketahui bahwa instrumen penelitian yang dikembangkan dapat digunakan dalam uji empiris dan terbatas.

b. Uji Empiris

Uji empiris bertujuan untuk mengetahui validitas empiris butir soal *pretest-posttest* dan angket motivasi yang diuji coba kepada peserta didik. Analisis butir ini dengan menggunakan QUEST.

Tabel 11. Hasil Analisis Validitas Empiris Soal Penguasaan Materi

No	INFIT MNSQ	Keterangan	No	INFIT MNSQ	Keterangan
1	0,88	Valid	11	0,91	Valid
2	0,94	Valid	12	1,18	Valid
3	0,87	Valid	13	1,12	Valid
4	1,01	Valid	14	0,93	Valid
5	1,16	Valid	15	1,00	Valid
6	0,95	Valid	16	0,86	Valid
7	0,86	Valid	17	1,30	Valid
8	0,93	Valid	18	0,89	Valid
9	0,86	Valid	19	1,04	Valid
10	1,05	Valid	20	0,96	Valid

Tabel 12. Hasil Analisis Validitas Empiris Angket Motivasi

No	INFIT MNSQ	Keterangan	No	INFIT MNSQ	Keterangan
1	1,09	Valid	15	0,96	Valid
2	1,04	Valid	16	0,88	Valid
3	1,23	Valid	17	0,94	Valid
4	0,81	Valid	18	1,11	Valid
5	1,09	Valid	19	1,16	Valid
6	0,95	Valid	20	0,73	Tidak Valid
7	0,97	Valid	21	1,05	Valid
8	1,15	Valid	22	0,79	Valid

9	0,74	Tidak Valid	23	1,18	Valid
10	1,09	Valid	24	0,79	Valid
11	0,81	Valid	25	1,13	Valid
12	1,06	Valid	26	1,22	Valid
13	0,82	Valid	27	0,89	Valid
14	0,98	Valid	28	0,81	Valid

Hasil analisis reliabilitas dapat diketahui berdasarkan nilai *summary of item estimates* yang diperoleh dari data keluaran program QUEST

Tabel 13. Hasil Analisis Reliabilitas soal dan angket motivasi

Variabel	Skor	Kategori
Penguasaan materi	0,70	Tinggi
Motivasi belajar	0,73	Tinggi

Setelah melakukan uji validitas dan realibilitas, pada butir soal penguasaan materi dilakukan analisis untuk mengetahui tingkat kesukaran butir soal ditunjukkan pada tabel 14.

Tabel 14. Hasil Analisis Tingkat Kesukaran Butir Soal Penguasaan Materi

No	INFIT MNSQ	Keterangan	No	INFIT MNSQ	Keterangan
1	0,42	Sedang	11	0,42	Sedang
2	0,42	Sedang	12	0,38	Sedang
3	0,38	Sedang	13	0,47	Sedang
4	0,40	Sedang	14	0,40	Sedang
5	0,42	Sedang	15	0,40	Sedang
6	0,40	Sedang	16	0,44	Sedang
7	0,44	Sedang	17	0,44	Sedang
8	0,38	Sedang	18	0,38	Sedang
9	0,44	Sedang	19	0,42	Sedang
10	0,44	Sedang	20	0,38	Sedang

Merujuk pada pendapat (Mardapi, 2017) dan (Azwar, 2016) bahwa kriteria tingkat kesukaran butir soal yang baik apabila memiliki indeks 0,30 sampai dengan 0,70 atau masuk dalam kategori tingkat kesukaran sedang. Oleh karena itu, soal penguasaan materi yang disusun dikatakan baik.

Selanjutnya, di uji daya pembeda soal dihasilkan bahwa semua butir memiliki kriteria baik. Hasil analisis ditunjukkan pada tabel 15.

Tabel 15. Hasil analisis daya pembeda soal penguasaan materi

No	Pt-Biserial	Keterangan	No	Pt-Biserial	Keterangan
1	0,63	Baik	11	0,64	Baik
2	0,59	Baik	12	0,62	Baik
3	0,65	Baik	13	0,65	Baik
4	0,56	Baik	14	0,52	Baik
5	0,47	Baik	15	0,61	Baik
6	0,60	Baik	16	0,47	Baik
7	0,64	Baik	17	0,44	Baik
8	0,62	Baik	18	0,61	Baik
9	0,65	Baik	19	0,57	Baik
10	0,52	Baik	20	0,64	Baik

c. Uji Terbatas

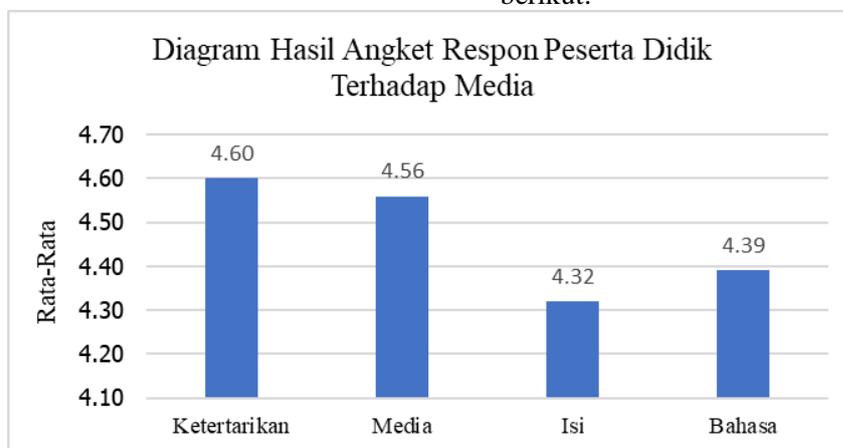
Uji terbatas bertujuan untuk mengetahui respon keterbacaan peserta didik terhadap bahan ajar melalui angket respon diperoleh nilai rata-rata seluruh aspek adalah 4,74. Dengan demikian, respon peserta didik terhadap bahan ajar dalam kategori baik sehingga layak digunakan untuk penelitian kegiatan pembelajaran pada uji lapangan.

d. Uji Lapangan

Pada uji lapangan dilakukan pengumpulan data hasil *pretest-posttest* dan angket motivasi belajar peserta didik. Proses pembelajaran yang dilakukan sesuai

dengan langkah-langkah pembelajaran yang ada pada RPP dengan persentase keterlaksanaan pada pertemuan 1 94%, pertemuan 2 100% dan pertemuan 3 100% dengan kategori sangat baik.

Kelayakan bahan ajar yang telah dikembangkan ditinjau berdasarkan penilaian ahli dan praktisi serta penilaian keterbacaan peserta didik. Hasil analisis kelayakan bahan ajar diuraikan sebagai berikut:



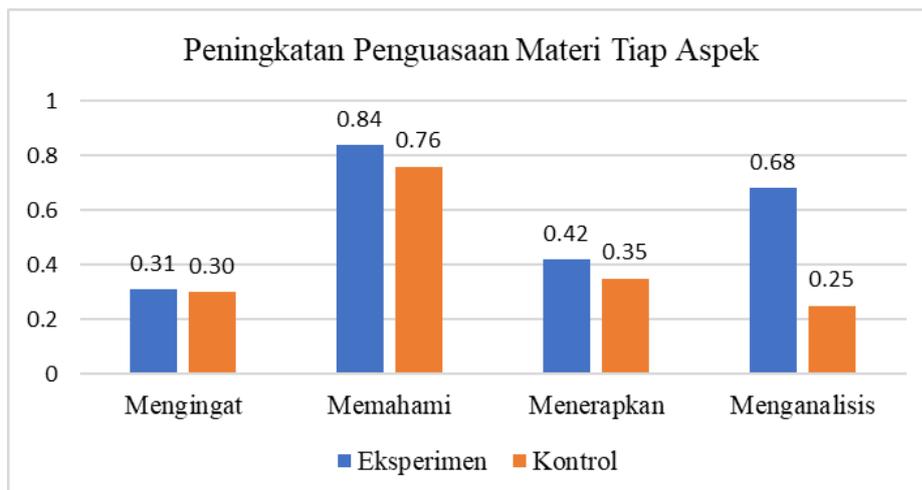
Gambar 1. Diagram Respon Peserta Didik Terhadap Media

Berdasarkan gambar 1 diperoleh nilai tertinggi pada aspek ketertarikan adalah 4,60 dengan kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa *cover* bahan ajar menggambarkan isi bahan ajar dengan desain yang menarik. Bahan ajar dirancang menggunakan jenis dan ukuran *font* yang mudah untuk dibaca. Dalam bahan ajar juga juga memadankan antara gambar, video dan animasi untuk memvisualisasikan secara lebih nyata sehingga mempermudah untuk memahami materi. Serta bahan ajar dikemas dalam bentuk *flipbook*. Penggunaan bahan ajar berbasis aplikasi *flipbook* membantu peserta didik dalam memahami materi karena didukung dengan adanya ilustrasi gambar maupun video (Yulaika, et al., 2020) serta berdampak positif terhadap peningkatan hasil belajar peserta didik dan peningkatan aktivitas peserta didik (Mutmainna, et al., 2022).

Aspek terendah adalah aspek isi. Pada aspek isi diperoleh nilai sebesar 4,56 dengan kategori sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa materi yang disajikan pada bahan ajar terintegrasi STEM

membantu peserta didik dalam mempelajari materi gelombang bunyi yang dihubungkan dengan penerapan dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini selaras dengan penelitian (Arnita, et al., 2021) bahwa dengan menerapkan pendekatan STEM pada pembelajaran fisika dapat. Selain itu, contoh soal dan soal evaluasi yang ada pada bahan ajar dapat menguji kemampuan peserta didik. Akan tetapi pada bahan ajar yang dikembangkan belum dilengkapi rangkuman materi. Hal ini selaras dengan penelitian (Ridho, et al., 2020) bahwa pada bahan ajar terdapat rangkuman yang berisi inti sari dari uraian materi untuk membantu peserta didik menemukan ide pokok pembelajaran. Oleh karena itu, kekurangan pada bahan ajar tersebut dimasukkan kedalam keterbatasan penelitian.

Penguasaan materi dapat diketahui dari jawaban peserta didik yang diberikan pada setiap butir soal pilihan ganda materi gelombang bunyi yang diujikan saat *pretest* dan *posttest*. Adapun besar *n-gain* tiap aspek untuk kelas eksperimen dan kontrol disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram batang rata-rata *n-gain* penguasaan materi tiap aspek

Dari hasil gambar 2 menunjukkan bahwa secara keseluruhan aspek penguasaan materi di kelas eksperimen mengalami peningkatan lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Peningkatan pada aspek memahami (C2) memiliki peningkatan paling tinggi dan peningkatan terendah pada aspek mengingat (C1) di kelas eksperimen. Dari hasil perolehan tersebut dapat disimpulkan bahwa kemampuan penguasaan materi peserta didik meningkat dengan kategori sedang.

Aspek memahami memperoleh skor peningkatan lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Aspek memahami merupakan aspek yang peningkatannya paling tinggi. Besar peningkatan yang diperoleh pada aspek memahami adalah 0,84 dengan kategori tinggi. Aspek memahami merupakan kemampuan mengkonstruksi makna atau pengertian berdasarkan pengetahuan awal yang dimiliki peserta didik. Salah satu penyebab dari peningkatan aspek memahami karena bahan ajar yang dikembangkan melibatkan peserta didik secara aktif dalam pembelajaran sehingga peserta didik akan mudah dalam memahami materi gelombang bunyi. Sejalan dengan penelitian (Senjharmini, et al., 2019) bahwa pembelajaran inkuiri yang diterapkan pada bahan ajar dapat melatih peserta didik dalam membangun pengetahuannya sendiri.

Aspek yang berada pada urutan kedua adalah menganalisis. Besar peningkatan yang diperoleh pada aspek menganalisis

adalah 0,68 dengan kategori tinggi. Aspek menganalisis di kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pada bahan ajar peserta didik diajak untuk mengkaji materi yang telah dipelajari kedalam empat elemen sekaligus yaitu *science, technology, engineering* dan *mathematics*.

Aspek yang berada pada urutan ketiga adalah menerapkan. Besar peningkatan yang diperoleh pada aspek menerapkan adalah 0,42 dengan kategori sedang. Aspek menerapkan di kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan ajar berbasis *inquiry learning* terintegrasi STEM, peserta didik diajak untuk melakukan penemuan dan penyelidikan. Bahan ajar tersebut membantu peserta didik untuk mendalami dan mengalami sendiri pengetahuan yang berkaitan dengan materi gelombang bunyi sehingga pengetahuan tersebut dapat diterapkan dalam pemecahan masalah.

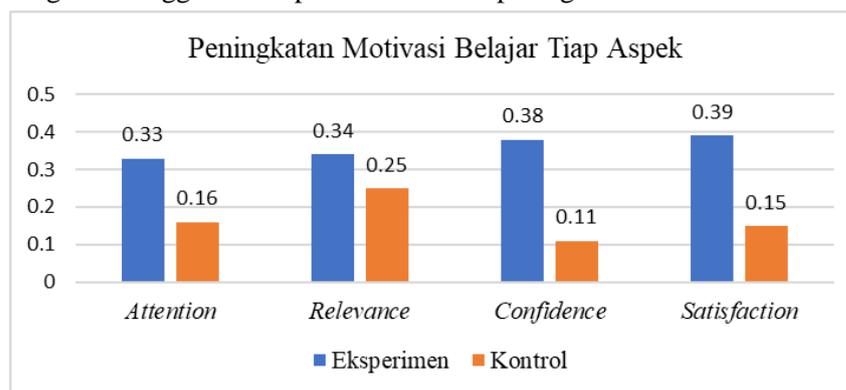
Aspek yang berada pada urutan keempat adalah mengingat. Aspek mengingat merupakan aspek yang memiliki peningkatan paling rendah yaitu 0,31 dengan kategori sedang. Aspek mengingat di kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Pada penggunaan bahan ajar dengan pendekatan STEM yaitu *science*, membantu peserta didik dalam membangun pengetahuannya sehingga pengetahuan tersebut akan tetap diingat. Selain itu, aspek mengingat memiliki peningkatan terendah disebabkan penilaian pada aspek

mengingat memiliki peningkatan paling rendah disebabkan soal *pretest* dan *posttest* dalam kategori soal mudah sehingga sebagian besar peserta didik menjawab soal dengan benar.

Secara keseluruhan jika hasil *n-gain* penguasaan materi dirata-ratakan pada tabel 41 maka diperoleh hasil 0,56 dengan kategori sedang. Sehingga disimpulkan

bahwa bahan ajar elektronik fisika berbasis *inquiry learning* terintegrasi STEM berkontribusi dalam meningkatkan penguasaan materi peserta didik.

Penilaian motivasi belajar dilakukan dengan memberi angket pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Adapun besar *n-gain* motivasi belajar disajikan pada gambar 3.



Gambar 3. Diagram batang rata-rata *n-gain* motivasi belajar tiap aspek

Dari hasil gambar 3 menunjukkan bahwa secara keseluruhan aspek motivasi belajar di kelas eksperimen mengalami peningkatan lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Peningkatan pada aspek *satisfaction* memiliki peningkatan paling tinggi dan peningkatan terendah pada aspek *attention* di kelas eksperimen. Dari hasil perolehan tersebut dapat disimpulkan bahwa kemampuan motivasi belajar peserta didik meningkat dengan kategori sedang.

Aspek *satisfaction* (kepuasan) merupakan rasa puas dari dalam diri peserta didik dalam memecahkan permasalahan fisika yang sedang dipelajari. Aspek *satisfaction* pada kelas eksperimen memperoleh skor peningkatan lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Besar peningkatan yang diperoleh pada aspek *satisfaction* adalah 0,39 dengan kategori sedang. Peningkatan pada aspek *satisfaction* tercermin dari sikap peserta didik yang selalu mengerjakan tugas-tugas fisika secara tuntas melalui pembelajaran dengan bahan ajar elektronik fisika berbasis *inquiry learning* terintegrasi STEM dimana peserta didik dibebaskan untuk mengungkapkan gagasannya dalam mengerjakan tugas. Selain itu, pada bahan ajar disajikan kolom refleksi diri sebagai penilaian diri sendiri untuk mengukur

kemampuan penguasaan materi dari peserta didik. Hal ini sejalan dengan penelitian (Sari, et al., 2018) bahwa aspek *satisfaction* memberikan sumbangan terbesar dalam ranah motivasi belajar fisika.

Aspek *confidence* (percaya diri) merupakan aspek dimana peserta didik dapat berinteraksi secara positif dengan lingkungannya. Aspek *confidence* pada kelas eksperimen memperoleh skor peningkatan lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Besar peningkatan yang diperoleh pada aspek *confidence* adalah 0,38 dengan kategori sedang. Peningkatan pada aspek *satisfaction* tercermin pada sikap peserta didik yang mampu menyelesaikan semua kegiatan pembelajaran yang ada di bahan ajar, menyelesaikan tugas fisika secara individu maupun kelompok serta mengerjakan soal ulangan fisika dengan sungguh-sungguh. Selain itu, *model inquiry learning* yang diterapkan pada bahan ajar mengikutsertakan peserta didik dalam menyusun pengetahuannya dalam memecahkan masalah sehingga peserta didik lebih percaya diri dalam mengungkapkan gagasannya. Hal ini sejalan dengan penelitian (Sari, et al., 2018) bahwa aspek *confidence* (percaya diri) memberi sumbangan 55,28% dalam

mendorong peserta didik untuk belajar fisika

Aspek *relevance* (relevansi) merupakan aspek yang memberikan pandangan peserta didik tentang ketertarikan antara manfaat dan aplikasinya di kehidupan sehari-hari. Aspek *relevance* pada kelas eksperimen memperoleh skor peningkatan lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Besar peningkatan yang diperoleh pada aspek *confidence* adalah 0,34 dengan kategori sedang. Peningkatan pada aspek ini disebabkan karena peristiwa dari materi yang disajikan pada bahan ajar berbasis *inquiry learning* terintegrasi STEM merupakan peristiwa yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Pada bahan ajar juga disajikan kolom *fun fact* atau info-info menarik mengenai pekerjaan di masa depan yang menerapkan konsep dari gelombang bunyi. Akan tetapi, sebagian peserta didik masih belum memahami relevansi dari konsep fisis dan aplikasinya. Hal ini sejalan dengan penelitian (Indah, et al., 2018) bahwa sebagian besar peserta didik belum memahami penerapan dari materi fisika secara baik, peserta didik hanya mengetahui bahwa pelajaran fisika memfokuskan pikiran peserta didik belajar persamaan-persamaan yang sulit.

Aspek *attention* (perhatian) merupakan aspek yang dimana sikap peserta didik muncul dengan memberi perhatian yang timbul karena rasa ingin tahu. Aspek *attention* pada kelas eksperimen memperoleh skor peningkatan lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Besar peningkatan yang diperoleh pada aspek *attention* memiliki nilai terendah dibanding dengan aspek lain adalah 0,33 dengan kategori sedang. Hal ini disebabkan siswa tidak memiliki konsentrasi yang tinggi sehingga fokus peserta didik tidak terarah dan peserta didik hanya memperhatikan pelajaran fisika di bagian awal saja. Hal ini sejalan dengan penelitian (Sari, et al., 2018) bahwa penggunaan media pembelajaran yang menarik dapat diterapkan agar perhatian peserta didik selalu tercurah selama jam pelajaran fisika berlangsung.

Dengan demikian, bahwa bahan ajar model *inquiry learning* terintegrasi STEM berkontribusi dalam meningkatkan

kemampuan motivasi belajar. Hal ini selaras dengan penelitian (Chen & Chen, 2021) bahwa penerapan model *inquiry learning* yang dipadukan dengan STEM dapat meningkatkan motivasi belajar.

Pada analisis uji lapangan diawali dengan uji prasyarat antara lain uji normalitas dan uji homogenitas. Hasil uji normalitas dan uji homogenitas secara keseluruhan data yang didapatkan berada dalam keadaan terdistribusi normal dan homogen. Hal ini dapat dilihat dari nilai signifikansi yang menunjukkan nilai sig. lebih dari 0,05 (sig. > 0,05).

Kemudian dilanjutkan uji uji parametrik menggunakan uji MANOVA dan uji *effect size*. Hasil uji MANOVA menunjukkan bahwa dari nilai sig pada *Wilks' Lambda*, *Pillai's Trace*, *Hotelling's Trace* dan *Roy's Largest Root* memiliki nilai signifikansi bernilai (Sig. < 0,05). Dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan antara pembelajaran bahan ajar elektronik fisika berbasis *inquiry learning* terintegrasi STEM yang digunakan pada kelas eksperimen dan pembelajaran konvensional pada kelas kontrol terhadap peningkatan penguasaan materi dan motivasi belajar peserta didik pada materi gelombang bunyi.

Hasil analisis efektivitas bahan ajar yang dikembangkan terhadap pembelajaran dianalisis menggunakan *effect size*. Didapatkan hasil pada penguasaan materi sebesar 0,12 dengan kategori sedang sedangkan motivasi belajar sebesar 0,17 dengan kategori besar. Berdasarkan hasil tersebut disimpulkan bahwa bahan ajar elektronik fisika berbasis *inquiry learning* terintegrasi STEM memiliki efektivitas yang sedang dalam meningkatkan penguasaan materi dan efektivitas yang besar dalam meningkatkan motivasi belajar peserta didik pada materi gelombang bunyi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan maka simpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut: (1) bahan ajar elektronik fisika berbasis *inquiry learning* terintegrasi STEM pada materi gelombang bunyi layak digunakan menurut penilaian validator dan respon peserta didik dengan rata-rata skor validasi sebesar 5,07 dan 4,91, (2) penguasaan materi peserta didik pada

materi gelombang bunyi meningkat setelah menggunakan bahan ajar elektronik fisika berbasis *inquiry learning* terintegrasi STEM dengan rata-rata *n-gain* sebesar 0,56 dengan kategori sedang, yang mana sebaran pada setiap aspeknya antara lain aspek mengingat sebesar 0,31, aspek memahami sebesar 0,84, aspek menerapkan sebesar 0,42 dan aspek menganalisis sebesar 0,68, (3) motivasi materi peserta didik pada materi gelombang bunyi meningkat setelah menggunakan bahan ajar elektronik fisika berbasis *inquiry learning* terintegrasi STEM dengan rata-rata *n-gain* sebesar 0,36 dengan kategori sedang, yang mana sebaran pada setiap aspeknya antara lain aspek *attention* sebesar 0,33, aspek *revelance* sebesar 0,34, aspek *confidence* sebesar 0,38 dan aspek *satisfaction* sebesar 0,39.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, M. K., Pujiastuti, H., & Assaat, L. D. (2017). Development of Teaching Materials Based Interactive Scientific Approach towards the Concept of Social Arithmetic For Junior High School Student. *Journal of Physics: Conference Series*, 1-6. doi:10.1088/1742-6596/812/1/012015
- Adams, R. J., & Khoo, S. T. (1996). *ACER Quest: the interactive test analysis system. Version 2.1*. Camberwell, Victoria: The Australian Council for Educational Research. .
- Aiken, L. R. (1985). Three Coefficients for Analyzing the Reliability and Validity of Ratings. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131-142. doi:https://doi.org/10.1177/0013164485451012
- Arikunto, S. (2006). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Rinneka Cipta.
- Astiti, K. A. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Fisika Sma Berbasis Kontekstual Pada Materi Suhu Dan Kalor. *Jurnal Pembelajaran Sains*, 3(1), 29-34.
- Ayu, F., Festiyed, & Djamas, D. (2019). Meta-Analisis Tesis Pengembangan Bahan Ajar Fisika Sekolah Menengah Menggunakan Model Inquiry Based Learning (Ibl) Untuk Meningkatkan Kompetensi Peserta Didik. *Pillar of Physics Education*, 12(4), 841-848.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11. doi:https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x
- Cahyati, M. T., & Yohandri. (2021). Efektivitas Bahan Ajar Fisika Berbasis Inquiry dengan Pendekatan CTL untuk Meningkatkan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika*, 7(1), 46-53.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd ed.)* (Second Edition ed., Vol. 1). New York: Lawrence Erlbaum Associates.
- Crocker, L., & Algina, J. (1986). *Introduction to Classical and Modern Test Theory*. New York: Holt, Rinehart And Winston.
- Hake, R. R. (1999). Analyzing Change/Gain Scores. *American Educational Research Association's Division D, Measurement and Research Methodology*, 1-4.
- Haryadi, R., & Nurmala, R. (2021). Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kontekstual dalam Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa. *SPEKTRA : Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 7(1), 32-39. doi:http://dx.doi.org/10.32699/spektr a.v7i1.168
- Hasibuan, N. S., & Hufri. (2018). Pengaruh Bahan Ajar Fisika Berbasis Inkuiri untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik Pada Materi Momentum, Impuls dan Getaran Harmonik Sederhana Kelas X SMAN 8 Padang. *Pillar of Physics Education*, 11(3), 97-104.

- Masyhuri, Lesmono, A. D., & Handayani, R. D. (2017). Model Problem Based Learning (PBL) disertai tugas dalam pembelajaran fisika di SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 6(4), 418-426.
- Mundilarto. (2010). *Penilaian Hasil Belajar Fisika*. Yogyakarta: UNY Press.
- Nurhayati, D. I., Yulianti, D., & Mindyarto, B. N. (2019). Bahan Ajar Berbasis Problem Based Learning pada Materi Gerak Lurus untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi dan Kolaborasi Siswa. *Unnes Physics Education Journal*, 8(2), 208-218.
- Pitorini, D. E., Suciati, & Ariyanto, J. (2020). Kemampuan argumentasi siswa: Perbandingan model pembelajaran inkuiri terbimbing dan inkuiri terbimbing dipadu dialog Socrates. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 6(1), 26-38.
- Prijowuntato, S. W., Mardapi, D., & Budiyono. (2015). Perbandingan Estimasi Kesalahan Pengukuran Standard Setting Dalam Penilaian Kompetensi Akuntansi SMK. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 19(2), 176-188.
- Retnawati, H. (2016). *Validitas Reliabilitas dan Karakteristik Butir (Panduan untuk Peneliti, Mahasiswa dan Psikometrian)* (Ke-1 ed.). Yogyakarta: Parama Publishing.
- Senjaharmini, D. A., Jufri, A. W., & Jamaluddin. (2019). Efektivitas Bahan Ajar IPA Berbasis Inkuiri Terbimbing (BAIPABIT) untuk Meningkatkan Kemampuan Berargumen Peserta Didik. *Jurnal Pijar MIPA*, 14(2), 1-5. doi:10.29303/jpm.v14i2.1286
- Simbolon, D. H. (2015). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbasis Eksperimen Riil dan Laboratorium Virtual terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 21(3), 299-316. doi:<https://doi.org/10.24832/jpnk.v21i3.192>
- Sulistiyowati, Abdurrahman, & Jalmo, T. (2018). The Effect of STEM-Based Worksheet on Students Science Literacy. *Tadris: Jurnal Keguruan dan Ilmu Tarbiyah*, 3(1), 89-96. doi:<https://doi.org/10.24042/tadris.v3i1.2141>
- Sutiani, A., Situmorang, M., & Silalahi, A. (2021). Implementation of an Inquiry Learning Model with Science Literacy to Improve Student Critical Thinking Skills. *International Journal of Instruction*, 14(2), 117-138.
- Thiagarajan, S., Semmel, M. I., & Semmel, D. S. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Washington: National Center for Improvement of Educational. Diambil kembali dari <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED090725.pdf>
- Ulfani, E., Susilawati, & Gunada, I. W. (2022). Efektivitas Pengembangan Modul Fisika Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Pada Materi Getaran Harmonis. *Kappa Journal*, 6(2), 269-277.