

PENGEMBANGAN MODUL AJAR MATERI FLUIDA DINAMIS BERBASIS *DISCOVERY LEARNING* BERORIENTASI PEMAHAMAN PESERTA DIDIK SMA

DEVELOPMENT OF TEACHING MODULES FOR DYNAMIC FLUID MATERIALS BASED ON DISCOVERY LEARNING ORIENTED UNDERSTANDING OF HIGH SCHOOL LEARNERS

Hanifah Nurhayati, Ridwan Efendi*, Dedi Sasmita

Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia

Jl. Dr. Setiabudhi No. 229, Bandung, Jawa Barat, 40154, Indonesia

*e-mail: ridwanefendi@upi.edu

Disubmit: 22 Maret 2024, Direvisi: 18 Mei 2024, Diterima: 04 Juni 2024

Abstrak. Upaya membantu peserta didik memahami fluida dinamis, implementasi modul ajar berbasis *discovery learning* ialah solusi yang efisien. Penelitian memiliki tujuan untuk mengevaluasi kelayakan, kepraktisan, dan keefektifan modul ajar materi fluida dinamis dalam meningkatkan pemahaman peserta didik. Penelitian dikembangkan menggunakan metode *Research and Development* (R&D), yang memanfaatkan model pengembangan ADDIE dengan tahapan analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Penelitian melibatkan 67 peserta didik kelas XI MIPA SMA yang terdiri dari 31 peserta didik pada uji coba kelompok kecil dan 36 peserta didik pada uji coba kelompok besar. Instrumen pengumpulan data terdiri dari lembar validasi isi dan konstruk, *pre-test* dan *post-test*, serta angket respons peserta didik. Teknik analisis data yang dipakai untuk mengukur kelayakan, kepraktisan, dan keefektifan ialah persentase nilai validator, persentase respons peserta didik, dan N-gain. Berdasarkan data yang diperoleh, disimpulkan bahwa hasil uji validasi memperoleh nilai 83,33% untuk validasi isi dan 82,15% untuk validasi konstruk, yang mana keduanya memiliki kategori sangat layak. Respons peserta didik terhadap modul ajar memperoleh nilai 82,90% dengan kategori sangat praktis pada uji coba kelompok kecil dan memperoleh nilai 78,72% dengan kategori praktis pada uji coba kelompok besar. Selain itu, hasil N-Gain menunjukkan bahwa penggunaan modul ajar dikategorikan tinggi dengan nilai 0,79 dan efektif dalam mengembangkan pemahaman peserta didik. Penggunaan modul ajar memungkinkan peserta didik untuk mengembangkan pemahamannya sekaligus berfungsi sebagai panduan bagi guru di kelas.

Kata Kunci: Modul Ajar, Fluida Dinamis, *Discovery Learning*, Pemahaman Fisika

Abstract. To assist students understanding dynamic fluids, implementing teaching modules based on discovery learning is an efficient solution. This research has the objectives of evaluate the feasibility, practicality, and efficacy of the dynamic fluid material teaching module in enhancing learners' comprehension. The research was developed using the Research and Development (R&D) method, which utilizes the ADDIE development model with the stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation. This study involved 67 students of XI MIPA SMA, with 31 students participating in small group trials and 36 students participating in large groups. The data collection instruments consists of content and construct validation sheets, pre-test, post-test, and learner response questionnaires. Data analysis techniques used to measure feasibility, practicality, and effectiveness are the percentage of validator scores, percentage of learner responses, and N-gain. Based on the gathered data, it was concluded that the validation test results obtained a value of 83.33% for content validation and 82.15% for construct validation, both of which had a very feasible category. Student response to the teaching module obtained a score of 82.90% with a very practical category



in the small group trial and obtained a score of 78.72% with a practical category in the large group trial. Furthermore, the N-Gain results demonstrate that the implementation of learning modules is categorized with a substantial score of 0.79 and is effective in developing students' understanding. The use of teaching modules allows students to develop their understanding while serving as a guide for teachers in the classroom.

Keywords: *Teaching modules, Dynamic fluid, Discovery learning, Physics Understanding*

PENDAHULUAN

Mekanisme utama yang digunakan oleh suatu bangsa untuk menilai seberapa baik masyarakatnya dapat beradaptasi dengan perubahan dan inovasi dalam lingkup iptek adalah pendidikan. Untuk mencapai pendidikan yang berkualitas, sistem pendidikan harus terus mengalami pembaharuan (Ceriasari, Sunyono, & Rudibyani, 2019). Proses pembelajaran menjadi salah satu strategi untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Proses pembelajaran, esensi dari pendidikan, ialah sebuah usaha yang rumit dan penuh tantangan. Keterkaitan antar elemen pembelajaran mengharuskan adanya penyusunan yang sistematis untuk menghasilkan keselarasan dalam sistem pembelajaran dan mencapai tujuan yang diinginkan melalui pengalaman belajar yang menyenangkan (Saputri, Verawati, & Gunada, 2022).

Proses pembelajaran fisika merupakan proses pembelajaran aktif di mana peserta didik ikut berpartisipasi dalam memahami dan memanfaatkan konsep (Mufit & Syamsidar, 2022). Pada Permendikbud Nomor 59 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah, salah satu tujuan pembelajaran fisika SMA ialah "menguasai konsep dan prinsip fisika serta mempunyai keterampilan mengembangkan pengetahuan, dan sikap percaya diri sebagai bekal untuk melanjutkan pendidikan pada jenjang yang lebih tinggi serta mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi". Oleh karenanya, diperlukan upaya untuk meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi fisika.

Salah satu pokok bahasan fisika yang membutuhkan pemahaman adalah fluida dinamis. Berdasarkan data studi pendahuluan di salah satu SMA di Kota Bandung, didapatkan data pemahaman peserta didik dengan nilai rata-rata 4,58 dari skala 1-10 pada pokok bahasan fluida dinamis. Persentase peserta didik yang mampu menjawab soal pada aspek menjelaskan hanya mencapai 48,25%, aspek menerapkan mencapai 48,07%, dan aspek menafsirkan mencapai 40,35%. Hasil studi pendahuluan tersebut menunjukkan betapa rendahnya pemahaman peserta didik. Penelitian Sari (2023) menunjukkan hasil yang serupa, yakni sebagian besar peserta didik SMA tidak memiliki pemahaman materi pada aspek menerapkan (46,8%) dan analisis/menafsirkan (66,1%). Penelitian lain juga mengungkapkan bahwa tingkat pemahaman peserta didik terhadap fisika masih rendah. Pemahaman yang rendah tercermin dari rendahnya hasil belajar, sehingga berakibat pada prestasi belajar yang kurang memuaskan (Windianingsih & Samsidar, 2022).

Melihat kenyataan yang ada di lapangan, dapat dikatakan bahwa keberhasilan pembelajaran fisika pada materi fluida dinamis belum tercapai dengan baik, ditandai

dengan banyaknya peserta didik yang memiliki pemahaman fisika rendah. Rendahnya pemahaman fisika disebabkan oleh kurangnya praktik. Fisika pada dasarnya identik dengan pelajaran yang berlandaskan pada percobaan atau pengalaman nyata. Namun, pada kenyataannya, peserta didik justru dihujani teori tanpa henti, yang menyebabkan kebosanan dan kejenuhan dalam belajar fisika, sehingga berakibat pada rendahnya tingkat pemahaman mereka terhadap materi pelajaran (Putri, Hamid, & Yusrizal, 2016).

Adapun penyebab lainnya adalah minimnya keaktifan peserta didik dalam proses pembelajaran yang mengakibatkan ketergantungan terhadap penyampaian informasi oleh guru, tanpa terpacu untuk mencari informasi dan pemahaman lebih lanjut melalui umpan balik. Peserta didik juga ragu-ragu dalam menyampaikan pendapatnya dan tidak terlibat secara aktif dengan peserta didik lain dalam pembelajaran (Nisa & Sahrir, 2023). Selain itu, faktor sarana, prasarana, kurikulum, motivasi belajar, guru, orang tua, dan model pembelajaran berkontribusi terhadap efektivitas proses belajar mengajar (Hara, Astiti, & Lantik, 2022). Oleh sebab itu, diperlukan penerapan metode, strategi, pendekatan, model, dan bahan ajar yang sesuai supaya tujuan pembelajaran dapat tercapai (Lisanti, Yusrizal, Evendi, Elisa, & Ilyas, 2022).

Menurut penelitian Juwandi, Fitriani, Ikhsani, Firdaus, dan Nurmahdiah (2023), pemahaman peserta didik dapat ditingkatkan dengan menggunakan perangkat pembelajaran berupa modul ajar yang dibuktikan dengan ketuntasan klasikal seorang peserta didik sejumlah 96,5%. Karena penyajiannya didesain untuk memfasilitasi pemahaman peserta didik, modul ajar fisika dapat berfungsi sebagai sumber daya yang sangat bermanfaat selama proses pembelajaran (Listianingsih & Perdana, 2023). Temuan diperkuat oleh penelitian Hidayat, Sahidu, dan Gunada (2022) yang menyatakan bahwa penerapan modul ajar dalam proses pembelajaran terbukti memberikan efek positif pada pemahaman peserta didik, dengan hasil rata-rata uji N-gain sebanyak 0,31 dengan kategori sedang. Arniati (2023) juga memperoleh hasil bahwa modul ajar layak digunakan untuk meningkatkan pemahaman sebesar 0,46 dengan kategori sedang.

Penggunaan modul ajar diperlukan untuk mencapai tujuan pembelajaran nasional, dan tentu saja diperlukan modul ajar yang terencana. Jika modul ajar disusun secara asal-asalan, maka berpotensi menghasilkan proses pembelajaran yang tidak terstruktur dan mengganggu keseimbangan peran antara guru dan peserta didik. Selain itu, modul ajar juga merupakan kebutuhan yang absolut dan mutlak dalam menyongsong pembelajaran terbaru di abad ke-21 (Setiawan, Syahria, Andanty, & Nabhan, 2022). Selain penggunaan modul ajar, pemilihan model

pembelajaran yang sesuai juga menjadi faktor krusial dalam mendukung tercapainya tujuan pembelajaran.

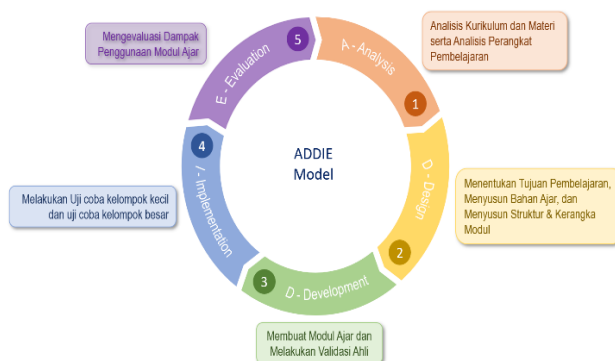
Penggunaan model *discovery learning* dapat membimbing peserta didik menemukan solusi melalui eksplorasi informasi berdasarkan pengamatan di sekelilingnya dan juga menggali referensi ilmiah sebagai pendukung konsep untuk memperkuat pemahamannya (Andriyanto, Utamaningsih, & Nisa, 2023). Dengan menggunakan model *discovery learning*, peserta didik diberi keleluasaan untuk melakukan investigasi atau mengalami proses pemahaman secara mandiri, sementara guru berperan sebagai pembimbing yang memberikan arahan dan petunjuk (Suparti, Farid, & Sundaryono, 2020). Model *discovery learning* juga menitikberatkan pada kemampuan peserta didik dalam mempertajam daya pikir dan mengembangkan kemampuannya secara maksimal (Nisa & Sahrir, 2023).

Berdasarkan hasil pengamatan, sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada modul ajar berbasis *discovery learning*, tetapi belum ada penelitian yang secara khusus membahas modul ajar berbasis *discovery learning* untuk materi fluida dinamis. Selain itu, penelitian terdahulu belum mempertimbangkan korelasi antara modul ajar dan pengaruhnya terhadap pemahaman fisika di tingkat SMA. Penelitian yang dilakukan mengisi celah penelitian sebelumnya dengan mengembangkan modul ajar *discovery learning* untuk materi fluida dinamis dan meneliti pengaruhnya terhadap pemahaman fisika peserta didik. Modul ajar dibuat dalam dua versi, yaitu versi elektronik (*flipbook*) untuk peserta didik dan versi PDF untuk guru.

Berlandaskan analisis tersebut, tujuan dilakukannya penelitian ialah untuk mengevaluasi kelayakan, kepraktisan, dan keefektifan modul ajar materi fluida dinamis berbasis *discovery learning* dalam mengembangkan pemahaman peserta didik. Peneliti berharap bahwa hasil penelitian akan menghasilkan modul ajar yang efektif dalam mengembangkan pemahaman peserta didik dan dapat digunakan sebagai alternatif perangkat pembelajaran yang lebih baik dalam pembelajaran fisika di kelas.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dipakai ialah metode *Research and Development* (R&D) yang bertujuan untuk menciptakan produk tertentu serta mengevaluasi keampuhannya. Penelitian yang dilakukan menghasilkan produk berupa modul ajar dengan pokok bahasan fluida dinamis. Dalam penelitian digunakan model pengembangan ADDIE dengan tahapan “*Analysis* (Analisis), *Design* (Perancangan), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi)” (Hidayat & Nizar, 2021). Model ADDIE dipilih karena dapat memberikan gambaran terstruktur dan interaktif dari proses pengembangan yang terdiri dari lima tahap. Selain itu, pendekatan sistematis untuk pertumbuhan pembelajaran sering kali digambarkan oleh model ADDIE.



Gambar 1. Tahapan Pengembangan Model ADDIE

Pada tahap analisis, peneliti mengumpulkan data melalui analisis kurikulum dan materi serta analisis perangkat pembelajaran. Pengumpulan data dilakukan dengan mewawancarai guru terkait kurikulum, metode, dan media yang digunakan, serta materi apa saja yang memiliki kendala dalam pembelajaran fisika. Lalu dilakukan analisis perangkat pembelajaran berupa kajian pustaka untuk menentukan perangkat ajar yang selaras dengan kebutuhan capaian pembelajaran. Pada tahap perancangan, peneliti menyusun modul ajar yang menerapkan model *discovery learning*, menentukan capaian dan tujuan pembelajaran, menyusun bahan ajar, dan menyusun struktur serta kerangka modul. Selanjutnya pada tahap pengembangan, peneliti mengimpor modul ajar yang telah disusun ke dalam *website canva* dan melakukan validasi produk serta soal kepada dosen ahli dan guru fisika SMA.

Pada tahap implementasi, modul ajar yang sudah diperbaiki diuji coba kepada kelompok kecil dengan tujuan mengidentifikasi apakah modul ajar yang telah dibuat dapat dipahami dengan baik atau tidak. Respons yang terkumpul akan menjadi masukan untuk memperbaiki modul ajar. Selanjutnya, modul ajar yang sudah diperbaiki akan diimplementasikan pada kelompok besar dengan menggunakan metode *pre-test* dan *post-test*. *Pre-test* dilakukan sebelum peserta didik mengikuti pembelajaran dengan modul ajar, sedangkan *post-test* dilakukan setelah peserta didik mengikuti pembelajaran dengan modul ajar. Pada tahap evaluasi, modul ajar yang dikembangkan dievaluasi dampak penggunaannya berdasarkan data yang dihasilkan dari *pre-test*, *post-test*, dan respons peserta didik. Lalu modul ajar direvisi kembali berdasarkan saran yang diterima.

Partisipan yang berkontribusi dalam penelitian ialah tiga dosen ahli yang kompeten dalam bidang pengembangan modul ajar fisika yang berperan sebagai validator kelayakan materi dan media pada modul ajar. Dua guru fisika yang berperan sebagai validator kelayakan materi dan media pada modul ajar. Serta dua kelas XI MIPA, satu kelas sebagai partisipan uji coba kelompok kecil dan satu kelas sebagai partisipan uji coba kelompok besar.

Penelitian menggunakan lembar validasi isi, lembar validasi konstruk, angket respons peserta didik, *pre-test*, serta *post-test* materi fluida dinamis sebagai instrumen pengumpulan data. Lembar validasi isi menggunakan kriteria LORI dengan menilai aspek “*Content Quality* (kualitas isi/materi), *Learning Goal Alignment* (pembelajaran), *Feedback and Adaptation* (umpan balik

dan adaptasi), dan *Motivation* (motivasi)". Sedangkan lembar validasi konstruk menilai aspek "*Presentation Design* (desain tampilan), *Interaction Usability* (interaksi pengguna), *Accessibility* (kemudahan mengakses), dan *Standards Compliance* (pemuahan standar)" (Nesbit, Belfer, & Leacock, 2009). Penilaian lembar validasi isi dan konstruk menggunakan skor 1-5, mulai dari "sangat tidak baik" hingga "sangat baik".

Angket respons peserta didik menilai beberapa aspek, yakni aspek penyajian materi, kebahasaan, kegrafikaan, dan manfaat. Penilaian angket respons peserta didik menggunakan skor 1 sampai 4 dengan kriteria sangat tidak setuju hingga setuju. *Pre-test* dan *post-test* materi fluida dinamis dirancang dengan menggunakan format pilihan ganda sebanyak 9 pertanyaan yang bertujuan mengukur pemahaman peserta didik sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran dengan modul ajar berbasis *discovery learning*.

Teknik analisis data yang dipakai pada lembar validasi isi dan konstruk adalah persentase (P) dengan persamaan sebagai berikut.

$$P = \frac{\sum \text{skor hasil pengumpulan data}}{\text{skor maksimum}} \times 100\% \quad (1)$$

Setelah persentase validitas modul ajar diperoleh, hasil tersebut diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Kelayakan Modul Ajar

| Persentase | Kategori |
|------------|--------------------|
| 81% - 100% | Sangat layak |
| 61% - 80% | Layak |
| 41% - 60% | Cukup layak |
| 21% - 40% | Tidak layak |
| 0% - 20% | Sangat tidak layak |

Selanjutnya, teknik analisis data yang dipakai pada angket respons peserta didik adalah persentase (P) dengan persamaan sebagai berikut.

$$P = \frac{\sum \text{skor hasil pengumpulan data}}{\text{skor maksimum}} \times 100\% \quad (2)$$

Setelah persentase yang menggambarkan kepraktisan modul ajar diperoleh, persentase tersebut diinterpretasikan ke dalam kategori kepraktisan Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Kepraktisan Modul Ajar

| Persentase | Kategori |
|------------|----------------|
| 81% - 100% | Sangat praktis |
| 61% - 80% | Praktis |
| 41% - 60% | Sedang |
| 21% - 40% | Kurang praktis |
| 0% - 20% | Tidak praktis |

Teknik analisis data dipakai pada instrumen terakhir, yakni *pre-test* dan *post-test* ialah uji N-Gain. Menurut Hake (dalam Sundayana, 2018), perhitungan nilai gain yang ternormalisasi dapat menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Normal Gain} = \frac{\text{Skor posttest} - \text{Skor pretest}}{\text{Skor ideal} - \text{Skor pretest}} \quad (3)$$

Setelah N-Gain diperoleh, hasil tersebut diinterpretasikan menggunakan kategori tingkat gain pada Tabel 3.

Tabel 3. Kategori Tingkat N-Gain

| N-Gain Skor | Kategori |
|-----------------------|----------|
| $0,7 \leq g \leq 1,0$ | Tinggi |
| $0,3 \leq g < 0,7$ | Sedang |
| $0,0 < g < 0,3$ | Rendah |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Melalui penelitian pengembangan, dihasilkan modul ajar materi fluida dinamis berbasis *discovery learning* untuk kelas XI yang telah teruji kelayakan, kepraktisan, dan keefektifannya dalam meningkatkan pemahaman peserta didik. Pengembangan modul ajar dilakukan melalui lima tahap: analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Tahap analisis terdiri dari dua proses, yaitu analisis kurikulum dan materi serta analisis perangkat pembelajaran. Analisis kurikulum dan materi dilakukan dengan mewawancarai guru fisika kelas 11 di salah satu MAN Kota Bandung dan di salah satu SMA Kota Cimahi untuk mengetahui kurikulum, metode, model, dan media yang digunakan, serta materi apa saja yang memiliki kendala dalam pembelajaran fisika.

Berdasarkan hasil wawancara, MAN Kota Bandung tersebut masih menggunakan kurikulum 2013 untuk semua jenjang. Sedangkan SMA Kota Cimahi tersebut sudah menggunakan kurikulum merdeka untuk kelas 10 dan 11, tetapi masih menggunakan kurikulum 2013 untuk kelas 12. Kedua guru di dua sekolah tersebut umumnya menggunakan metode ceramah, demonstrasi, dan diskusi. Selain itu, mereka juga sering menerapkan model pembelajaran *problem based learning*, *project based learning*, dan *discovery learning*. Adapun media pembelajaran yang banyak dipakai adalah buku paket, power point, dan alat-alat laboratorium. Dari banyaknya materi yang ada dalam Permendikbud No. 37 Tahun 2018 dan Keputusan Kepala BSKAP No.008/H/KR/2022 Tahun 2022, materi gerak parabola, fluida dinamis, dan dinamika rotasi seringkali dianggap sebagai materi yang rumit bagi peserta didik.

Setelah melakukan wawancara, peneliti menemukan bahwa meskipun berbagai metode pembelajaran telah diterapkan, metode ceramah masihlah menjadi metode yang paling dominan digunakan. Akibatnya, peserta didik kurang terbiasa mencari konsep dan fakta sendiri dalam proses pembelajaran. Meskipun demikian, model pembelajaran yang dipilih menunjukkan hasil yang memuaskan dalam meningkatkan pemahaman peserta didik (Chan, Septia, Febrianti & Desnita, 2021). Dari ketiga model tersebut, model *discovery learning* memiliki efektivitas yang lebih tinggi dalam meningkatkan pemahaman dan hasil belajar dibandingkan dengan model *problem based learning* dan *project based learning* (Chan, dkk., 2021; Susilowati & Winanto, 2022; Yani & Oktaviani, 2022).

Kendala yang dialami pada materi gerak parabola disebabkan oleh kebingungan peserta didik dalam menjawab soal fisika. Temuan diperkuat oleh hasil Ujian Nasional (UN) 2016 untuk mata pelajaran fisika, yang menunjukkan bahwa materi gerak parabola memiliki persentase nilai terendah, yaitu 43,52% (Khoirrunisa &

Linuwih, 2020). Sedangkan pada materi fluida dinamis, konsep yang kompleks membuat peserta didik mengalami kesulitan dalam memahaminya dengan cepat, sehingga menghambat proses belajar mereka. Temuan diperkuat oleh penelitian Suherly, Azizahwati, dan Rahmad (2023), bahwa mayoritas peserta didik belum menunjukkan pemahaman yang mendalam terhadap konsep-konsep dalam materi fluida dinamis. Selain itu, pada materi dinamika rotasi, peserta didik kesulitan dalam memilih dan menggunakan prosedur atau rumus untuk menyelesaikan soal. Yopi, Rahman, dan Achmad (2021) juga menegaskan bahwa pemahaman peserta didik terhadap konsep matematika, yang meliputi penyajian konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis, penafsiran dan pernyataan ulang konsep, serta penerapan konsep algoritma pada pemecahan masalah, masih tergolong rendah.

Selanjutnya adalah analisis perangkat pembelajaran. Berdasarkan wawancara, variasi media pembelajaran yang diterapkan cukup terbatas dan kurang beragam, sehingga pembelajaran menjadi kurang efektif dan memaksa guru untuk mengandalkan metode ceramah agar peserta didik bisa memahami materi. Untuk mewujudkan pembelajaran yang interaktif, inspiratif, dan membahagiakan, diperlukan persiapan yang matang, termasuk menyusun perangkat pembelajaran yang komprehensif dan terstruktur dengan baik (Tanjung & Nababan, 2018). Jika mengacu pada kurikulum terbaru, yaitu kurikulum merdeka, terdapat nama lain dari perangkat pembelajaran, yakni modul ajar. Modul ajar ialah panduan pembelajaran yang lebih lengkap dibandingkan RPP, dilengkapi dengan LKPD, dan asesmen untuk mengevaluasi pencapaian tujuan pembelajaran.

Penerapan modul ajar diharapkan mampu meningkatkan fleksibilitas proses pembelajaran, sehingga peserta didik bisa memenuhi tingkat kompetensi minimum yang diinginkan (Mukhlisina, Danawati, & Wijyaningputri, 2023). Sebelum modul ajar dibuat, peneliti menentukan materi yang akan disampaikan dan mencari referensi modul ajar yang terpercaya untuk dijadikan sebagai contoh. Merujuk pada analisis yang telah diuraikan sebelumnya, peneliti memilih pokok bahasan fluida dinamis sebagai pokok bahasan yang akan digunakan pada modul ajar.

Pada tahap perancangan, peneliti menentukan capaian dan tujuan pembelajaran berdasarkan kompetensi yang perlu dikuasai peserta didik, menyusun bahan ajar, dan menyusun struktur serta kerangka modul. Berdasarkan informasi yang diperoleh dari wawancara, sekolah menerapkan kurikulum 2013 dan kurikulum merdeka. Namun, agar tetap mengikuti perkembangan kurikulum, peneliti memutuskan untuk menggunakan kurikulum merdeka dalam modul ajar yang akan dikembangkan, sehingga peneliti memfokuskan pembelajaran pada Capaian Pembelajaran (CP) Fase F mata pelajaran fisika berdasarkan Keputusan Kepala BSKAP No.008/H/KR/2022 Tahun 2022. Uraian CP menyebutkan fluida sebagai salah satu materi yang tercakup dalam kurikulum. Oleh sebab itu, peneliti memutuskan untuk membuat modul ajar materi fluida dinamis dengan model pembelajaran *discovery learning*. Berikut merupakan CP yang tertera dalam Keputusan Kepala BSKAP dan tujuan pembelajaran yang telah peneliti susun.

Tabel 4. Capaian Pembelajaran serta Tujuan Pembelajaran

| Capaian Pembelajaran | |
|--|--|
| “Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor, kinematika dan dinamika gerak, fluida , gejala gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip dan konsep kalor dan termodinamika, dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor.” | |
| Tujuan Pembelajaran | |
| 1. | Peserta didik dapat menjelaskan sifat-sifat fluida ideal dengan benar. |
| 2. | Peserta didik dapat menjelaskan Asas Kontinuitas. |
| 3. | Peserta didik dapat menerapkan Asas Kontinuitas dalam kehidupan sehari-hari. |
| 4. | Peserta didik dapat menafsirkan hubungan luas penampang dan kelajuan aliran fluida terhadap debit pada Asas Kontinuitas. |
| 5. | Peserta didik dapat menjelaskan Prinsip Bernoulli. |
| 6. | Peserta didik dapat menerapkan Prinsip Bernoulli dalam kehidupan sehari-hari. |
| 7. | Peserta didik dapat menafsirkan permasalahan yang berkaitan dengan Prinsip Bernoulli dengan benar. |

Setelah menyusun tujuan pembelajaran, peneliti mulai menyusun bahan ajar yang diperlukan. Bahan ajar fluida dinamis dibagi menjadi dua pokok bahasan, yaitu fluida ideal & asas kontinuitas serta prinsip bernoulli. Dari masing-masing pokok bahasan, terdapat LKPD berbasis *discovery learning* yang menggunakan PhET untuk membantu peserta didik menemukan konsep. Sebagai tindak lanjut dari penyusunan tujuan pembelajaran dan bahan ajar, peneliti menyusun struktur dan kerangka modul sebagai langkah terakhir dalam tahap perancangan menggunakan aplikasi microsoft word. Struktur modul ajar disusun seperti yang disebutkan dalam buku Panduan Pembelajaran dan Asesmen karya Anggraena dkk. (2022). Informasi mengenai struktur dan rancangan modul ajar dapat ditemukan pada Tabel 5.

Tabel 5. Struktur dan Kerangka Modul

| Komponen | Deskripsi |
|-----------------|---|
| Informasi Umum | 1. Identitas Modul Berisi nama penyusun, asal instansi, tahun penyusunan, fase, jenjang, kelas, jumlah peserta didik, moda pembelajaran, prediksi alokasi waktu, dan kata kunci. |
| | 2. Kompetensi Awal Prasyarat yang perlu dimiliki peserta didik sebelum mengkaji materi fluida dinamis. |
| | 3. Profil Pelajar Pancasila Karakter dan kompetensi yang diharapkan dapat tumbuh dalam diri peserta didik. |
| | 4. Sarana dan Prasarana Perlengkapan yang menunjang kegiatan belajar peserta didik. |
| | 5. Target Peserta Didik Peserta didik yang menjadi sasaran dalam pembelajaran. |

| Komponen | Deskripsi |
|---------------|---|
| | 6. Model Pembelajaran Model, pendekatan, dan metode pembelajaran yang digunakan. |
| Komponen Inti | <ol style="list-style-type: none"> 1. Capaian Pembelajaran Capaian kompetensi yang harus diraih peserta didik pada setiap fase. 2. Tujuan Pembelajaran Tujuan yang harus dicapai agar Profil Pelajar Pancasila terpenuhi. 3. Pemahaman Bermakna Pemahaman yang dapat peserta didik temukan setelah melakukan pembelajaran. 4. Pertanyaan Pemantik Pertanyaan yang berfungsi untuk membangkitkan rasa penasaran peserta didik. 5. Kegiatan Pembelajaran Langkah-langkah pembelajaran yang perlu dilakukan agar tujuan pembelajaran tercapai. 6. Asesmen Berisi asesmen pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang berfungsi untuk mengukur kemampuan peserta didik. 7. Pengayaan dan Remedial Kegiatan yang dapat menunjang pencapaian hasil belajar bagi seluruh peserta didik. 8. Refleksi Peserta Didik dan Pendidik Berisi pertanyaan untuk mengukur sejauh mana kompetensi yang didapat dan sebagai refleksi pembelajaran. |
| Lampiran | <ol style="list-style-type: none"> 1. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) 2. Bahan Bacaan Pendidik dan Peserta Didik Referensi tambahan yang dapat digunakan peserta didik maupun pendidik. 3. Glosarium Berisi istilah penting dalam materi fluida dinamis dan dilengkapi definisi istilah tersebut. 4. Daftar Pustaka Sumber yang menjadi acuan dalam penyusunan modul ajar. |

Sebagai bagian dari tahap pengembangan, peneliti merancang *storyboard* untuk memudahkan pengembangan modul ajar. *Storyboard* terdiri dari beberapa halaman, yaitu halaman sampul (*cover*), halaman informasi umum, halaman komponen inti, dan halaman lampiran yang berisi LKPD, bahan bacaan pendidik dan peserta didik, glosarium, dan daftar pustaka. Detail *storyboard* dapat dilihat pada Gambar 2, 3, 4, dan 5.



Gambar Penerapan Fluida Dinamis dalam Kehidupan Sehari-hari



Gambar 2. Tampilan Halaman Sampul (*cover*)



Gambar 3. Tampilan Halaman Informasi Umum

| | | | | |
|-----------------------|---------|---------------|------------------------|---------------|
| KOMPONEN INTI | | | | |
| Capaian Pembelajaran | | | | |
| Tujuan Pembelajaran | | | | |
| • • • | | | | |
| Pemahaman Bermakna | | | | |
| • • • | | | | |
| Pertanyaan Pemantik | | | | |
| • • • | | | | |
| Kegiatan Pembelajaran | | | | |
| Tahap Pembelajaran | Sintaks | Kegiatan Guru | Kegiatan Peserta Didik | Alokasi Waktu |
| | | | | |

Gambar 4. Tampilan Halaman Komponen Inti

| | | | | |
|-----------------------------------|--|--|--|--|
| LAMPIRAN | | | | |
| Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) | | | | |

| | |
|--|--|
| LAMPIRAN | |
| BAHAN BACAAN PENDIDIK DAN PESERTA DIDIK | |
| Materi fluida Dinamis | |

| | |
|----------------|--|
| LAMPIRAN | |
| GLOSARIUM | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| DAFTAR PUSTAKA | |

Gambar 5. Tampilan Halaman Lampiran

Modul ajar yang awalnya disusun di Microsoft Word dipindahkan ke situs web Canva untuk diberi warna dan elemen sebagai penghias di setiap halaman agar terlihat menarik. Warna dominan yang digunakan dalam modul ajar adalah biru dan coklat. Warna biru melambangkan

ketenangan, kedamaian, dan intelektual. Sedangkan warna cokelat melambangkan kesederhanaan, kehangatan, dan kenyamanan. Setelah selesai membuat modul ajar, dilakukan validasi isi dan konstruk kepada tiga dosen ahli dan dua guru fisika SMA untuk mengidentifikasi kualitas modul ajar yang dibuat. Temuan validasi ahli tersaji dalam Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Validasi Isi

| No. | Aspek | Persentase kelayakan rata-rata (%) | Kategori |
|-----|--------------------------|------------------------------------|--------------|
| 1. | Kulaitas Isi/Materi | 86,67 | Sangat Layak |
| 2. | Pembelajaran | 78,00 | Layak |
| 3. | Umpan Balik dan Adaptasi | 74,00 | Layak |
| 4. | Motivasi | 88,00 | Sangat Layak |
| | Total | 83,33 | Sangat Layak |

Dari hasil penilaian, skor total yang diperoleh adalah 250 dari skor maksimum 300 dengan persentase sebesar 83,33%, sehingga modul ajar dikategorikan "Sangat Layak". Hal tersebut mengindikasikan bahwa aspek materi dalam modul ajar yang disusun sangat layak untuk diimplementasikan pada peserta didik setelah direvisi sesuai dengan beberapa saran validator.

Tabel 7. Hasil Validasi Konstruk

| No. | Aspek | Persentase kelayakan rata-rata (%) | Kategori |
|-----|---------------------|------------------------------------|--------------|
| 1. | Desain Tampilan | 82,29 | Sangat Layak |
| 2. | Interaksi Pengguna | 84,00 | Sangat Layak |
| 3. | Kemudahan Mengakses | 82,00 | Sangat Layak |
| 4. | Pemenuhan Standar | 80,00 | Layak |
| | Total | 82,15 | Sangat Layak |

Dari hasil penilaian, skor total yang diperoleh adalah 267 dari skor maksimum 325 dengan persentase sebesar 82,15%, sehingga modul ajar dikategorikan "Sangat Layak". Hal tersebut membuktikan bahwa aspek media dalam modul ajar materi fluida dinamis berbasis *discovery learning* sangat layak untuk diterapkan pada peserta didik setelah diperbaiki mengikuti saran validator. Rincian saran validator dan perbaikan modul ajar tercantum dalam Tabel 8.

Tabel 8. Perbaikan Modul Ajar Sebelum dan Setelah Validasi

| Saran | Perbaikan |
|---|--|
| Untuk Tujuan Pembelajaran tidak harus menuliskan melalui.... yg | Tujuan Pembelajaran langsung kepada kompetensi dan konten. |

Saran **Perbaikan**
paling utama kompetensi dan konten.

Sebelum

KOMPONEN INTI

A. CAPAIAN PEMBELAJARAN
Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor, kinematika dan dinamika gerak, fluida, gejala gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip dan konsep kalor dan termodinamika, dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor.

B. TUJUAN PEMBELAJARAN

- Melalui pendekatan saintifik peserta didik dapat menjelaskan sifat-sifat fluida ideal dengan benar.
- Melalui simulasi PhET peserta didik dapat menjelaskan Asas Kontinuitas.
- Melalui pendekatan saintifik peserta didik dapat menerapkan Asas Kontinuitas dalam kehidupan sehari-hari.
- Melalui simulasi PhET peserta didik dapat menafsirkan hubungan luas penampang dan kelajuan aliran fluida terhadap debit pada Asas Kontinuitas.
- Melalui simulasi PhET peserta didik dapat menjelaskan Prinsip Bernoulli.
- Melalui pendekatan saintifik peserta didik dapat menerapkan Prinsip Bernoulli dalam kehidupan sehari-hari.
- Melalui simulasi PhET peserta didik dapat menafsirkan permasalahan yang berkaitan dengan Prinsip Bernoulli dengan benar.

C. PEMAHAMAN BERMAKNA

- Peserta didik dapat memahami hubungan diameter pipa dengan kelajuan aliran fluida. Pemahaman ini dapat digunakan untuk membantu peserta didik dalam pemilihan ukuran pipa yang tepat untuk sistem distribusi air.
- Peserta didik dapat memahami hubungan tekanan aliran fluida dengan kelajuan aliran fluida. Pemahaman ini dapat digunakan peserta didik untuk mengetahui sistem instalasi air bersih yang efisien pada rumah dan gedung bertingkat.
- Peserta didik dapat memahami hubungan antara ketinggian tangki air dengan kelajuan air dan jarak distribusi air. Pemahaman ini dapat digunakan peserta didik untuk merancang sistem distribusi air yang memenuhi kebutuhan penduduk secara merata dan efisien.
- Peserta didik dapat memahami konsep gaya angkat pesawat. Pemahaman ini dapat digunakan peserta didik untuk mengetahui aliran udara yang bergerak di sekitar pesawat.
- Peserta didik dapat memahami konsep venturimeter. Pemahaman ini dapat digunakan peserta didik untuk mengukur laju aliran fluida di dalam pipa pada industri pengolahan air, kimia, farmasi, dan pengolahan minyak dan gas.
- Peserta didik dapat menerapkan alat-alat yang menggunakan konsep fluida dinamis dalam kehidupan sehari-hari.

Setelah

KOMPONEN INTI

A. CAPAIAN PEMBELAJARAN
Peserta didik mampu menerapkan konsep dan prinsip vektor, kinematika dan dinamika gerak, fluida, gejala gelombang bunyi dan gelombang cahaya dalam menyelesaikan masalah, serta menerapkan prinsip dan konsep kalor dan termodinamika, dengan berbagai perubahannya dalam mesin kalor.

B. TUJUAN PEMBELAJARAN

- Peserta didik dapat menjelaskan sifat-sifat fluida ideal dengan benar.
- Peserta didik dapat menjelaskan Asas Kontinuitas.
- Peserta didik dapat menerapkan Asas Kontinuitas dalam kehidupan sehari-hari.
- Peserta didik dapat menafsirkan hubungan luas penampang dan kelajuan aliran fluida terhadap debit pada Asas Kontinuitas.
- Peserta didik dapat menjelaskan Prinsip Bernoulli.
- Peserta didik dapat menerapkan Prinsip Bernoulli dalam kehidupan sehari-hari.
- Peserta didik dapat menafsirkan permasalahan yang berkaitan dengan Prinsip Bernoulli dengan benar.

C. PEMAHAMAN BERMAKNA

- Peserta didik dapat memahami hubungan diameter pipa dengan kelajuan aliran fluida. Pemahaman ini dapat digunakan untuk membantu peserta didik dalam pemilihan ukuran pipa yang tepat untuk sistem distribusi air.
- Peserta didik dapat memahami hubungan tekanan aliran fluida dengan kelajuan aliran fluida. Pemahaman ini dapat digunakan peserta didik untuk mengetahui sistem instalasi air bersih yang efisien pada rumah dan gedung bertingkat.
- Peserta didik dapat memahami hubungan antara ketinggian tangki air dengan kelajuan air dan jarak distribusi air. Pemahaman ini dapat digunakan peserta didik untuk merancang sistem distribusi air yang memenuhi kebutuhan penduduk secara merata dan efisien.
- Peserta didik dapat memahami konsep gaya angkat pesawat. Pemahaman ini dapat digunakan peserta didik untuk mengetahui aliran udara yang bergerak di sekitar pesawat.
- Peserta didik dapat memahami konsep venturimeter. Pemahaman ini dapat digunakan peserta didik untuk mengukur laju aliran fluida di dalam pipa pada industri pengolahan air, kimia, farmasi, dan pengolahan minyak dan gas.

Pada kegiatan Merevisi tahapan verifikasi pembelajaran, tahapan verifikasi tidak jelas. pada RPP.

Sebelum

| Saran | Perbaikan |
|-----------------|---|
| | (dalam 1 kelompok terdiri dari 4-5 orang). |
| Data Collection | <p>Mengumpulkan Informasi</p> <p>1. Membagikan LKPD 1 (Asas Kontinuitas) sebagai petunjuk pelaksanaan percobaan.</p> |
| Data Processing | <p>Mengasosiasi</p> <p>1. Memfasilitasi peserta didik menganalisa data hasil percobaan.</p> |
| Verification | <p>1. Memfasilitasi antar kelompok untuk saling mengoreksi hasil.</p> |
| Generalization | <p>Mengomunikasikan hasil</p> <p>1. Membimbing peserta didik untuk mempresentasikan LKPD 1 (Asas Kontinuitas) sebagai bentuk laporan hasil percobaan.</p> <p>2. Membimbing peserta didik untuk</p> |

Setelah

| | | | |
|-----------------|---|--|----------|
| Data Processing | <p>Mengasosiasi</p> <p>1. Memfasilitasi peserta didik menganalisa data hasil percobaan.</p> | <p>penampang dan kecepatan aliran terhadap debit.</p> <p>1. Memilih dan mengklasifikasi data untuk mencari hubungan antara luas penampang dan kecepatan aliran terhadap debit.</p> | 20 menit |
| Verification | <p>1. Membimbing peserta didik untuk menemukan sebuah konsep, teori, atau pemahaman dengan menyandingkan data hasil percobaan dengan hipotesis yang telah dibuat.</p> | <p>1. Mengoreksi data hasil percobaan dan hipotesis yang telah dibuat untuk menemukan sebuah konsep.</p> | 5 menit |
| Generalization | <p>Mengomunikasikan hasil</p> <p>1. Membimbing peserta didik untuk menyimpulkan percobaan yang telah dilaksanakan.</p> <p>2. Membimbing peserta didik untuk mempresentasikan LKPD 1 (Asas Kontinuitas) sebagai bentuk laporan hasil percobaan.</p> | <p>1. Menyimpulkan percobaan yang telah dilaksanakan.</p> <p>2. Mempresentasikan hasil percobaan.</p> | 15 menit |
| Penutup | <p>1. Memverifikasi hasil kesimpulan serta menambahkan</p> | <p>1. Mendengar penjelasan guru.</p> <p>2. Menerima apresiasi</p> | 5 menit |

Rubrik penilaian LKPD tidak tepat, seharusnya penilaian keterampilan. Untuk skor tidak homogen. Misal pada pengumpulan data, skor 1 itu sudah kompetensi yang

Mengganti judul “Rubrik Penilaian LKPD” menjadi “Penilaian Keterampilan”. Merevisi skor agar lebih homogen.

| Saran | Perbaikan |
|---|---|
| dicapainya, dengan keterampilan lainnya, skor 1 itu yang sangat kurang. | berbeda dengan keterampilan lainnya, skor 1 itu yang sangat kurang. |
| | Sebelum |
| RUBRIK PENILAIAN KETERAMPILAN | |
| LKPD ASAS KONTINUITAS | |
| Tahapan Pembelajaran | Skor |
| | 1 2 3 4 |
| Identifikasi Masalah (Nomor 1 dan 2) | <p>Dapat menuliskan rumusan masalah dengan tepat tetapi hipotesis kurang tepat.</p> <p>Dapat menuliskan hipotesis dengan tepat tetapi rumusan masalah kurang tepat.</p> <p>Dapat menuliskan rumusan masalah dan hipotesis dengan tepat.</p> |
| Pengumpulan Data (Nomor 4) | <p>Dapat menyebutkan 4 bagian tetapi tidak dengan satuan, fungsi, dan cara memakainya.</p> <p>Dapat menyebutkan 7 bagian tetapi tidak dengan satuan, fungsi, dan cara memakainya.</p> <p>Dapat menyebutkan 4 bagian lengkap dengan satuan, fungsi, dan cara memakainya.</p> <p>Dapat menyebutkan 7 bagian lengkap dengan satuan, fungsi, dan cara memakainya.</p> |
| Pengumpulan Data (Nomor 5) | <p>Dapat menyebutkan pengertian satu variabel secara tepat.</p> <p>Dapat menyebutkan pengertian dua variabel secara tepat.</p> <p>Dapat menyebutkan pengertian tiga variabel secara tepat.</p> |
| Pengumpulan Data (Nomor 6) | <p>Dapat menyebutkan satu variabel secara tepat.</p> <p>Dapat menyebutkan dua variabel secara tepat.</p> <p>Dapat menyebutkan tiga variabel secara tepat.</p> |
| Pengumpulan Data (Nomor 7) | <p>Dapat menyebutkan variabel bebas secara tepat.</p> |

Setelah

| B. ASESMEN KETERAMPILAN | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|--------------|---|---|---|---|---|--------|------------|
| PENILAIAN KETERAMPILAN | | | | | | | | | |
| LKPD ASAS KONTINUITAS | | | | | | | | | |
| No. | Nama | Keterampilan | | | | | | Jumlah | Keterangan |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| Keterampilan | Skor | | | |
|---|---|---|--|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Identifikasi Masalah (Nomor 1 dan 2) | Belum mampu menuliskan rumusan masalah dan hipotesis dengan tepat. | Menuliskan rumusan masalah dengan tepat tetapi hipotesis kurang tepat. | Menuliskan hipotesis dengan tepat tetapi rumusan masalah kurang tepat. | Menuliskan rumusan masalah dan hipotesis dengan tepat. |
| Pengumpulan Data (Nomor 4) | Menyebutkan 4 bagian tetapi tidak dengan satuan, fungsi, dan cara memakainya. | Menyebutkan 7 bagian tetapi tidak dengan satuan, fungsi, dan cara memakainya. | Menyebutkan 4 bagian lengkap dengan satuan, fungsi, dan cara memakainya. | Menyebutkan 7 bagian lengkap dengan satuan, fungsi, dan cara memakainya. |
| Pengumpulan Data (Nomor 5) | Belum mampu menyebutkan pengertian variabel dengan tepat. | Menyebutkan pengertian satu variabel dengan tepat. | Menyebutkan pengertian dua variabel dengan tepat. | Menyebutkan pengertian tiga variabel dengan tepat. |

| Saran | Perbaikan |
|--|--|
| LKPD masih berbentuk <i>cookbook</i> , belum sesuai dengan <i>discovery learning</i> . | Merevisi LKPD agar sesuai dengan model pembelajaran, sehingga mengubah LKPD yang berbentuk <i>cookbook</i> menjadi bentuk <i>inquiry</i> . |

Sebelum

5. Jelaskan apa yang dimaksud dengan:

- Variabel Bebas :
- Variabel Terikat :
- Variabel Kontrol :

6. Berdasarkan hasil eksplorasi pada simulasi, tentukan bagian mana yang merupakan:

- Variabel Bebas :
- Variabel Terikat :
- Variabel Kontrol :

7. Jika tekanan fluida merupakan variabel terikat, maka variabel bebasnya adalah ...

8. Simulasikan melalui percobaan virtual untuk mendapatkan data hasil pengamatan melalui langkah berikut:

- Tetapkan kelajuan aliran pada nilai 5000 L/s.
- Ubah luas penampang pipa bagian kanan menjadi semakin besar dan pipa bagian kiri menjadi semakin kecil, dan buatlah perbedaan ketinggian pada kedua pipa seperti pada gambar di bawah ini.



- Hitung ketinggian pipa kiri (h_1) dan ketinggian pipa kanan (h_2) dengan menggunakan penggaris!
- Geser pengukur kecepatan pada ujung pipa kiri dan ujung pipa kanan, catat nilainya!
- Geser pengukur tekanan pada ujung pipa kiri dan ujung pipa kanan, catat nilainya!
- Ulangi percobaan dengan menggunakan densitas fluida atau massa jenis yang berbeda!

$h_1 =$ dan $h_2 =$

Setelah

5. Jelaskan apa yang dimaksud dengan:

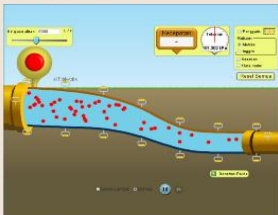
- Variabel Bebas :
- Variabel Terikat :
- Variabel Kontrol :

6. Berdasarkan hasil eksplorasi pada simulasi, tentukan bagian mana yang merupakan:

- Variabel Bebas :
- Variabel Terikat :
- Variabel Kontrol :

7. Jika tekanan fluida merupakan variabel terikat, maka variabel bebasnya adalah ...

8. Simulasikan melalui percobaan virtual untuk mendapatkan data hasil pengamatan melalui percobaan berikut:



Berdasarkan gambar di atas, tuliskanlah langkah percobaan untuk memperoleh data dengan menetapkan kelajuan aliran pada nilai 5.000 L/s

LKPD belum menuntun peserta didik untuk Menambah pertanyaan pada tahap

| Saran | Perbaikan |
|------------------------------|---|
| menguji kebenaran hipotesis. | pembuktian/verifikasi di LKPD untuk menuntun peserta didik menguji kebenaran hipotesis. |

Sebelum

| No. | Pipa Kiri | | | Pipa Kanan | | |
|-----|------------------------|--------------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|-------------------|
| | Kecepatan fluida (m/s) | Luas penampang (m^2) | Debit (m^3/s) | Kecepatan fluida (m/s) | Luas penampang (m^2) | Debit (m^3/s) |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

E. PENGOLAHAN DATA

- Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, faktor apa saja yang memengaruhi kecepatan fluida pada pipa?
- Berdasarkan data percobaan, bagaimanakah hubungan antara besaran yang terdapat dalam tabel percobaan 1, 2, dan 3 terhadap kecepatan aliran fluida?

F. PEMBUKTIAN

- Bagaimanakah rumusan matematika yang menyatakan hubungan antara kecepatan fluida, luas penampang, dan debitnya?

Setelah

F. PEMBUKTIAN

- Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, apakah hipotesis sesuai atau tidak? Jelaskan!
- Bagaimanakah persamaan matematika yang menyatakan hubungan antara kecepatan fluida, luas penampang, dan debitnya?
- Coba kalian bandingkan debit pada pipa kiri dan debit pada pipa kanan. Berdasarkan hasil percobaan, apakah debit memiliki besar yang sama atau berbeda? Jelaskan!
- Tuliskan persamaan matematika yang merepresentasikan hubungan semua variabel terhadap asas kontinuitas!

Berdasarkan hasil validasi ahli mengenai modul ajar dari segi materi dan media, modul ajar fluida dinamis berbasis *discovery learning* telah mendapatkan pengakuan validasi dengan kategori "Sangat Layak" dalam hal mengembangkan pemahaman peserta didik setelah dilakukan perbaikan atau revisi. Adapun rincian persentase hasil validasi adalah 83,33% untuk validasi materi dan 82,15% untuk validasi media.

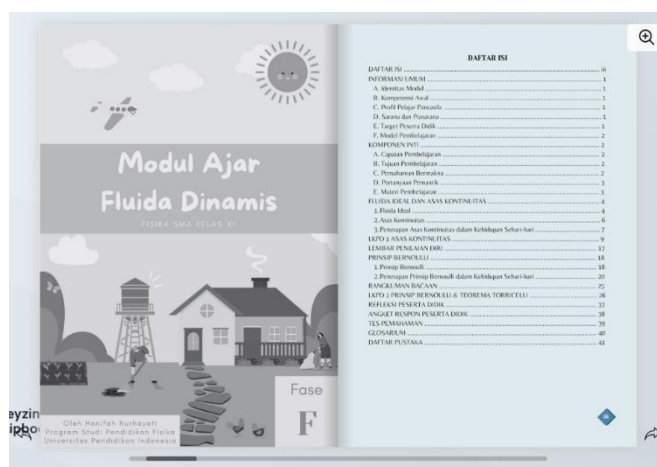
Temuan penelitian memperkuat kesimpulan Andriyanto dkk. (2023) bahwa penilaian ahli materi dan media terhadap modul ajar berbasis *discovery learning* menunjukkan hasil yang sangat memuaskan, yaitu 100% dan 97,5%. Hasil penilaian menandakan bahwa modul ajar tersebut sangat layak untuk diimplementasikan dalam pembelajaran. Supriadi, Maulana, dan Ustafiano (2022) juga menyatakan bahwa modul ajar model *discovery learning* tergolong valid dengan skor rata-rata 0,91 pada aspek isi, penyajian, kebahasaan, dan kegrafikan dalam memberikan dampak positif pembelajaran.

Pada tahap implementasi, peneliti membuat modul ajar untuk peserta didik berdasarkan saran yang diterima dari validator dengan mengimpor desain modul ajar ke dalam *website* heyzine, menambahkan video pada awal subbab, dan mengimpor asesmen yang ada di *canva* menjadi bentuk *google forms*, sehingga dihasilkan modul ajar untuk peserta didik dengan bentuk *flipbook*. Tujuan peneliti menjadikan modul ajar peserta didik berbentuk *flipbook* ialah untuk memfasilitasi pembelajaran mandiri bagi peserta didik. Berikut merupakan struktur dan gambar modul ajar peserta didik yang dibuat peneliti.

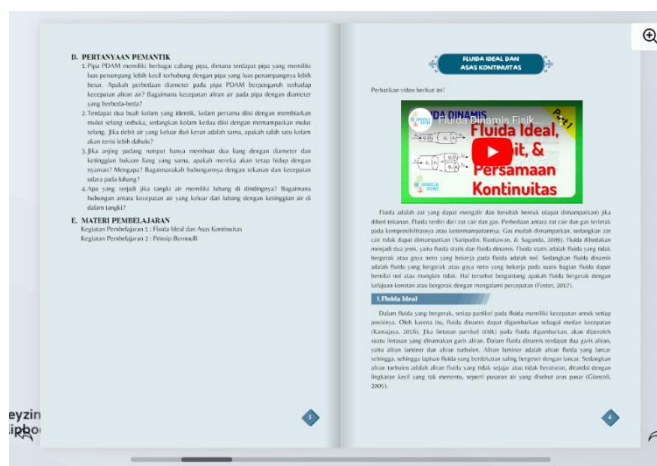
Tabel 9. Struktur Modul Ajar Peserta Didik

| No. | Komponen | Deskripsi |
|-----|---------------------------------|--|
| 1. | Halaman Sampul (<i>Cover</i>) | Bagian sampul dibuat menarik dengan gambar penerapan fluida dinamis dalam kehidupan sehari-hari. |
| 2. | Daftar Isi | Bagian yang menampilkan struktur modul agar memudahkan pembaca untuk mencari bagian yang mereka butuhkan. |
| 3. | Informasi Umum | Bagian yang memuat identitas modul, kompetensi awal, profil pelajar Pancasila, sarana prasarana, target peserta didik, serta model pembelajaran yang digunakan. |
| 4. | Komponen Inti | Berisi capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, pemahaman bermakna, pertanyaan pemantik, dan materi pembelajaran yang akan disampaikan. |
| 5. | Materi subbab 1 | Berisi materi pembelajaran yang diawali dengan sebuah video mengenai fluida ideal dan asas kontinuitas. Setelah penyampaian materi, terdapat LKPD 1 mengenai Asas Kontinuitas dan diakhiri dengan lembar penilaian diri. |
| 6. | Materi subbab 2 | Berisi materi pembelajaran yang diawali dengan sebuah video mengenai prinsip Bernoulli. Pada subbab 2 terdapat video mengenai |

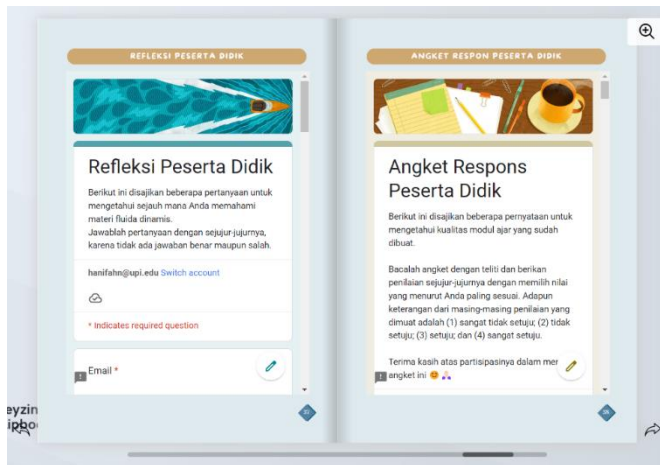
| No. | Komponen | Deskripsi |
|-----|----------------|--|
| | | gaya angkat pesawat dan lembar rangkuman yang dapat peserta didik isi. Setelah penyampaian materi, terdapat LKPD 2 mengenai Prinsip Bernoulli & Teorema Torricelli, refleksi peserta didik, anket respons peserta didik, dan tes pemahaman yang dapat peserta didik kerjakan ketika <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> . |
| 7. | Glosarium | Berisi istilah penting dalam materi fluida dinamis dan dilengkapi definisi istilah tersebut. |
| 8. | Daftar Pustaka | Berisi sumber-sumber yang digunakan dalam modul ajar. |



Gambar 6. Modul Ajar Peserta Didik Berbentuk *Flipbook*



Gambar 7. Menambahkan Video pada Awal Subbab



Gambar 8. Refleksi dan Angket Respons yang dibuat ke dalam google forms

Modul ajar *flipbook* yang sudah selesai dibuat, diujicobakan kepada kelompok kecil selama dua hari. Pada hari pertama, peserta didik melakukan pembelajaran menggunakan modul ajar dengan subbab fluida ideal dan asas kontinuitas. Sedangkan pada hari kedua, peserta didik menyelesaikan soal-soal fluida dinamis yang terdapat dalam modul ajar dan memberikan tanggapan mereka melalui pengisian angket respons. Uji coba modul ajar pada kelompok kecil menghasilkan dua jenis data, yaitu respons peserta didik terhadap modul ajar dan jawaban mereka atas soal yang diberikan. Hasil respons tersebut dijelaskan secara rinci dalam Tabel 10.

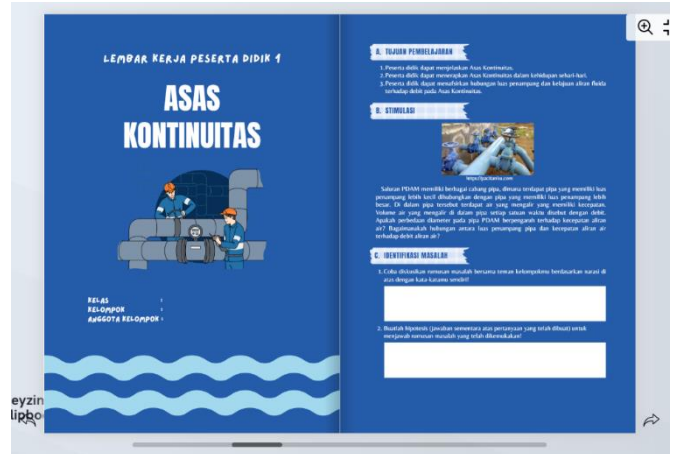
Tabel 10. Hasil Respons Kelompok Kecil

| Kriteria Penilaian | Persentase Skor (%) | Kategori |
|------------------------|---------------------|----------------|
| Aspek Penyajian Materi | 79,55 | Praktis |
| Aspek Kebahasaan | 83,64 | Sangat Praktis |
| Aspek Kegrafikan | 84,77 | Sangat Praktis |
| Aspek Manfaat | 83,64 | Sangat Praktis |
| Total | 82,90 | Sangat Praktis |

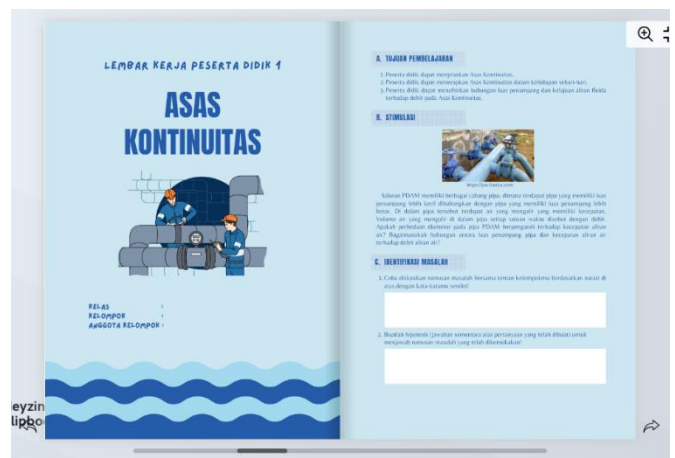
Berdasarkan analisis persentase skor pada Tabel 10, respons peserta didik terhadap penggunaan modul ajar tergolong sangat praktis dalam aspek kebahasaan (83,64%), kegrafikan (84,77%), dan manfaat (83,64%) serta tergolong praktis dalam aspek penyajian materi dengan persentase skor 79,55%). Hasil respons kelompok kecil mengindikasikan bahwa modul ajar *discovery learning* pada pokok bahasan fluida dinamis tergolong sangat praktis dengan persentase skor keseluruhan 82,90%.

Uji coba yang dilakukan pada kelompok kecil menghasilkan saran yang layak dipertimbangkan, yaitu latar LKPD sebaiknya berwarna lebih terang agar tulisan lebih terlihat dan google forms yang ditampilkan sebaiknya tidak langsung mengarah kepada *link*, sehingga ada awalan terlebih dahulu untuk menuju google forms. Berdasarkan saran yang diterima, modul ajar direvisi kembali dengan mengubah warna latar LKPD menjadi lebih terang dan membuat tombol klik ketika akan membuka google forms.

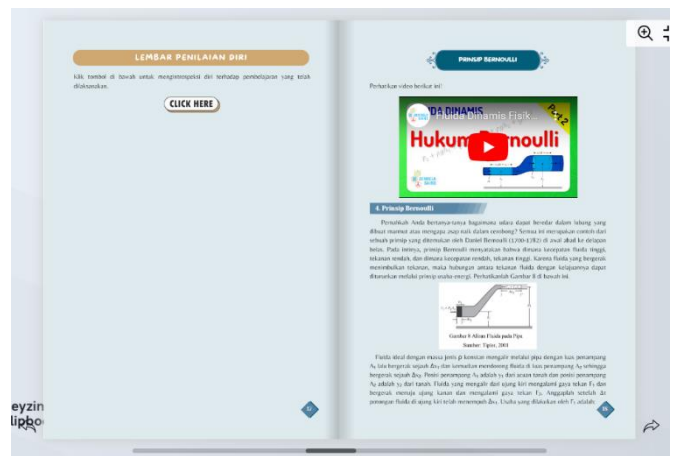
Gambar 10 dan 11 menunjukkan hasil revisi yang telah dilakukan.



Gambar 9. Warna Latar LKPD Sebelum direvisi



Gambar 10. Warna Latar LKPD Setelah direvisi



Gambar 11. Tombol Klik yang Mengarah pada google forms

Setelah modul ajar selesai direvisi, dilakukan uji coba kelompok besar selama 2 minggu atau 4 pertemuan. Pertemuan pertama, peneliti menginstruksikan peserta didik untuk menyelesaikan *pre-test*, memberikan sedikit penjelasan mengenai modul ajar *flipbook*, dan memaparkan rencana kegiatan untuk pertemuan berikutnya. Pertemuan kedua dan ketiga, peserta didik belajar menggunakan LKPD 1 dan 2 yang ada dalam modul ajar *flipbook*. Lalu pada

pertemuan terakhir, peserta didik mengikuti tes akhir (*post-test*) dan memberikan umpan balik terkait modul ajar melalui pengisian angket respons peserta didik. Selanjutnya, pada tahap evaluasi, modul ajar yang telah diuji coba akan dievaluasi dampak penggunaannya. Evaluasi yang dimaksud adalah mengolah respons peserta didik dalam penggunaan modul ajar. Informasi mengenai hasil respons tersebut dapat ditemukan dalam Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Respons Kelompok Besar

| Kriteria Penilaian | Persentase Skor (%) | Kategori |
|------------------------|---------------------|----------------|
| Aspek Penyajian Materi | 74,58 | Praktis |
| Aspek Kebahasaan | 78,61 | Praktis |
| Aspek Kegrafikan | 85,00 | Sangat Praktis |
| Aspek Manfaat | 76,67 | Praktis |
| Total | 78,72 | Praktis |

Berdasarkan hasil penilaian pada Tabel 11, respons peserta didik terhadap penggunaan modul ajar tergolong sangat praktis dalam aspek kegrafikan dengan persentase skor 85%, dan tergolong praktis dalam aspek penyajian materi (74,58%), kebahasaan (78,61%), dan manfaat (76,67%). Hasil menunjukkan bahwa modul ajar *discovery learning* pada pokok bahasan fluida dinamis dinilai praktis dengan skor keseluruhan 78,72%.

Respons peserta didik terhadap modul ajar kurikulum merdeka menunjukkan kesesuaian dengan temuan penelitian Sitanggang, Hutauruk, Sinaga, dan Situmorang (2023) yang menyatakan bahwa modul ajar tergolong sangat praktis dengan persentase 76,58%. Triana, Yanti, dan Hervita (2023) juga mengungkapkan bahwa modul ajar terbukti efektif dalam mengembangkan pemahaman peserta didik serta mempermudah guru menjelaskan materi pembelajaran.

Selain itu, terdapat peningkatan skor yang signifikan pada peserta didik, dibuktikan dengan hasil analisis *pre-test* dan *post-test*. Diawali dengan rata-rata 32,10 di *pre-test*, lalu meningkat menjadi 85,80 di *post-test*. Hasil N-Gain juga menunjukkan bahwa penggunaan modul ajar fluida dinamis dikategorikan tinggi dengan nilai 0,79. Penelitian membuktikan bahwa modul ajar *discovery learning* untuk materi fluida dinamis efektif dalam mengembangkan pemahaman peserta didik.

Hasil penelitian memperkuat temuan Siloto, Hutauruk, dan Sinaga (2023), bahwa modul ajar kurikulum merdeka terbukti sangat efektif, dengan tingkat ketuntasan asesmen peserta didik mencapai 83,33%. Kurniawati dan Ummah (2023) juga mendapatkan hasil temuan bahwa pengembangan modul ajar memperoleh skor rata-rata 88,7 dari asesmen sumatif pada aspek keefektifan, sehingga termasuk dalam kategori efektif.

Selain hasil N-Gain, peningkatan pemahaman peserta didik dapat dilihat dari persentase ketercapaian setiap keterampilan saat mengisi LKPD berbasis *discovery learning*. Skor rata-rata lima keterampilan pada LKPD 1 adalah 77,40 dan pada LKPD 2 adalah 68,34 dari skor maksimum 100. LKPD 2 memiliki skor lebih rendah daripada LKPD 1 karena LKPD 2 menampilkan dua kasus, sedangkan LKPD 1 hanya menampilkan satu kasus. Kasus

yang banyak menyebabkan peserta didik menjadi keteteran ketika menyelesaikannya dalam waktu singkat. Namun, berdasarkan persentase ketercapaian setiap keterampilan, LKPD 1 dan LKPD 2 telah melewati rata-rata skor maksimum, yang berarti bahwa lima keterampilan yang diajarkan dalam LKPD dapat membantu peserta didik memahami materi yang disampaikan. Detail penjelasan tersebut dapat dilihat pada Tabel 12 dan Tabel 13.

Tabel 12. Persentase Ketercapaian LKPD 1

| Keterampilan | Skor Rata-Rata | Skor Maksimum | Persentase Ketercapaian (%) |
|----------------------|----------------|---------------|-----------------------------|
| Identifikasi Masalah | 3,14 | 4 | 78,47 |
| Pengumpulan Data | 19,81 | 24 | 82,52 |
| Pengolahan Data | 2,56 | 3 | 85,19 |
| Pembuktian | 9,47 | 12 | 78,94 |
| Penarikan Kesimpulan | 4,50 | 8 | 56,25 |
| Total | 39,47 | 51 | 77,40 |

Tabel 13. Persentase Ketercapaian LKPD 2

| Keterampilan | Skor Rata-Rata | Skor Maksimum | Persentase Ketercapaian (%) |
|----------------------|----------------|---------------|-----------------------------|
| Identifikasi Masalah | 4,97 | 8 | 62,15 |
| Pengumpulan Data | 25,75 | 32 | 80,47 |
| Pengolahan Data | 7,14 | 13 | 54,91 |
| Pembuktian | 12,92 | 18 | 71,76 |
| Penarikan Kesimpulan | 5,94 | 12 | 49,54 |
| Total | 56,72 | 83 | 68,34 |

Berdasarkan analisis persentase ketercapaian pada Tabel 12 dan Tabel 13, penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa penggunaan LKPD berbasis *discovery learning* dapat membantu meningkatkan pemahaman peserta didik. Hasil yang didapat sejalan dengan penelitian sebelumnya oleh Suriani dan Devita (2021), yang menyatakan bahwa LKPD *discovery learning* dapat membantu peserta didik dalam meningkatkan pemahamannya. Ariyansah, Hakim, dan Sulistyowati (2021) juga berpendapat bahwa LKPD *discovery learning* dapat membantu peserta didik dalam menambah pemahaman selama pembelajaran berlangsung.

KESIMPULAN

Penelitian membuktikan bahwa modul ajar materi fluida dinamis berbasis *discovery learning* yang dirancang untuk mengembangkan pemahaman peserta didik SMA memiliki tingkat kelayakan yang "Sangat Layak" berdasarkan hasil validasi isi dan konstruk. Modul ajar *discovery learning* pada materi fluida dinamis tergolong "Sangat Praktis" saat diuji pada kelompok kecil dan

tergolong “Praktis” saat diuji pada kelompok besar berdasarkan angket respons yang diperoleh. Hasil N-Gain juga menunjukkan bahwa penggunaan modul ajar materi fluida dinamis termasuk dalam kategori “Tinggi”, yang menunjukkan bahwa modul ajar tersebut efektif dalam mengembangkan pemahaman peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyanto, Utaminingsih, R., & Nisa, A. F. (2023). Pengembangan Modul Ajar Berbasis Model Pembelajaran Discovery Learning dalam Mengembangkan Profil Pelajar Pancasila Kelas IV SD. *Wacana Akademika: Majalah Ilmiah Kependidikan*, 7(1), 115–128. <https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/wacanaakademika/article/view/14729/5857>
- Anggraena, Y., Ginanto, D., Felicia, N., Andiarti, A., Herutami, I., Alhapip, L., Iswoyo, S., Hartini, Y., & Mahardika, R. L. (2022). *Panduan Pembelajaran dan Asesmen Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Menengah*. Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.
- Ariyansah, D., Hakim, L., & Sulistyowati, R. (2021). Pengembangan e-LKPD Praktikum Fisika Pada Materi Gerak Harmonik Sederhana Berbantuan Aplikasi Phythox Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Peserta Didik. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 12(2), 173–181. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v12i2.9052>
- Arniati, W. (2023). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep, Kemampuan Numerik dan Berpikir Logis. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(02), 48–57. <https://journal.student.uny.ac.id/ojs/index.php/pfisika/index>
- Badan Standar Kurikulum dan Asesmen Pendidikan. (2022). *Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi tentang Capaian Pembelajaran Pada Pendidikan Anak Usia Dini Jenjang Pendidikan Dasar dan Jenjang Pendidikan Menengah Pada Kurikulum*.
- Ceriasari, B., Sunyono, & Rudibyani, R. B. (2019). Implementation of Discovery Learning Based Worksheet To Improve Students' Concept Mastery of Science Bertayu. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 20(1), 7–11.
- Chan, M. I. H., Septia, E. A., Febrianti, K., & Desnita. (2021). Efektivitas Model Pembelajaran Terhadap Peningkatan Pemahaman Konsep Fisika Siswa SMA: Meta-Analisis. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi, Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(2), 238–245. <https://doi.org/10.31764/orbita.v7i2.5714>
- Hara, A. K., Astiti, K. A., & Lantik, V. (2022). Analisis Penguasaan Konsep Fisika pada Materi Suhu dan Kalor Pasca Pembelajaran Online di Kelas XI SMA Negeri 12 Kota Kupang. *Jurnal Ilmu Pendidikan (JIP) STKIP Kusuma Negara*, 14(2), 118–126.
- Hidayat, F., & Nizar, M. (2021). Model ADDIE (Analysis,

- Design, Development, Implementation and Evaluation) dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam. *Jurnal Inovasi Pendidikan Agama Islam (JIPAI)*, 1(1), 28–38. <https://doi.org/10.15575/jipai.v1i1.11042>
- Hidayat, R. K., Sahidu, H., & Gunada, I. W. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Inkuiri Terbimbing Terintegrasi dengan Karakter untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(2), 285–291. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i2.462>
- Juwandi, R., Fitriani, L., Ikhsani, T., Firdaus, M. R., & Nurmahdiah, E. (2023). Pengembangan Modul Ajar Kurikulum Merdeka Dalam Proses Pembelajaran Ppkn Sebagai Bentuk Pendalaman Materi UUD NRI 1945 di Kelas X SMAN 1 Pamarayan. *Inspirasi Dunia: Jurnal Riset Pendidikan Dan Bahasa*, 2(4), 185–195. <https://doi.org/https://doi.org/10.58192/insdun.v2i4.1499>
- Khoirrunisa, I., & Linuwih, S. (2020). Penerapan Pembelajaran Contextual Teaching and Learning (CTL) untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Tahfidz dan Reguler Materi Gerak Parabola. *Unnes Physics Education Journal*, 9(2), 110–116. <https://e-journal.my.id/proximal/article/view/211>
- Kurniawati, Y., & Ummah, S. (2023). Pengembangan Modul Ajar Kurikulum Merdeka Berbasis STEM-PBL Pada Materi Statistika. *Consilience: Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*, 1(2), 48–62. <https://doi.org/10.30587/jc.v1i2.6420>
- Lisanti, R., Yusrizal, Evendi, Elisa, & Ilyas, S. (2022). Development of Student Worksheets Based on Scientific Approach to Improve Concept Mastery and Problem Solving Skills of Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(4), 1651–1657. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i4.1263>
- Listianingsih, L., & Perdana, R. (2023). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Materi Teori Kinetik Gas Model Inquiry Learning Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 10(1), 88–101. <https://doi.org/10.36706/jipf.v10i1.19990>
- Mufit, F., & Syamsidar. (2022). Development of Four-Tier Multiple Choice Test Instrument to Identify Students' Concept Understanding of Newton's Law Material. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 7(2), 134–144.
- Mukhlisina, I., Danawati, M. G., & Wijayaningputri, A. R. (2023). Penerapan Modul Ajar sebagai Implementasi Kurikulum Merdeka pada Siswa Kelas IV di Sekolah Indonesia Kuala Lumpur. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara (JPkMN)*, 4(1), 126–133.
- Nesbit, J., Belfer, K., & Leacock, T. (2009). *Learning Object Review Instrument (LORI): User Manual Version 2.0*. 1–11.
- Nisa, K., & Sahrir, D. C. (2023). Penerapan model discovery learning untuk meningkatkan pemahaman siswa pada materi sistem ekskresi kelas XI. *Science Education and Development Journal Archives*, 1(2), 63–72. <https://doi.org/10.59923/sendja.v1i2.57>
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI. (2014). *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan*

- Republik Indonesia tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah (Permendikbud Nomor 59 Tahun 2014).
- Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI. (2018). *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 24 Tahun 2016 tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran pada Kurikulum 2013 pada Pendidikan Dasar dan Pend.*
- Putri, T. D. Z., Hamid, A., & Yusrizal. (2016). Pengaruh Penggunaan Laboratorium Virtual dalam Melakukan Praktikum Fisika terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas XI SMA Negeri 1 Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa (JIM) Pendidikan Fisika*, 1(4), 142–150.
- Saputri, S. W., Verawati, N. N. S. P., & Gunada, I. W. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Guided Inquiry Untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Fisika Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(3b), 1684–1691. <https://doi.org/10.29303/jpft.v8ispecialissue.3393>
- Sari, R. (2023). Pemanfaatan PhET Simulation untuk Meningkatkan Pemahaman Fisika Peserta Didik Kelas XII MIPA pada Materi Listrik Arus Searah. *Indonesian Journal of Innovation Multidisipliner Research*, 1(4), 413–419.
- Setiawan, R., Syahria, N., Andanty, F. D., & Nabhan, S. (2022). Pengembangan Modul Ajar Kurikulum Merdeka Mata Pelajaran Bahasa Inggris SMK Kota Surabaya. *Jurnal Gramaswara: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Bidang Pendidikan, Bahasa, Sastra, Budaya, Dan Seni*, 2(2), 40–50. <https://doi.org/10.21776/ub.gramaswara.2022.002.02.05>
- Siloto, E. N. T., Hutauruk, A., & Sinaga, S. J. (2023). Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka Pada Materi Bentuk Aljabar Di Kelas Vii Smp Negeri 13 Medan. *Sepren: Journal of Mathematics Education and Applied*, 4(2), 194–209. <https://doi.org/10.36655/sepren.v4i02.1155>
- Sitanggang, H. I., Hutauruk, A. J. ., Sinaga, S. J., & Situmorang, A. S. (2023). Pengembangan Modul Ajar Berbasis Kurikulum Merdeka Pada Materi Persamaan Linear Di Kelas VII SMP Negeri 13 Medan. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 3(2), 5049–5059.
- Suherly, T., Azizahwati, A., & Rahmad, M. (2023). Kemampuan Pemahaman Konsep Awal Siswa dalam Pembelajaran Fisika : Analisis Tingkat Pemahaman pada Materi Fluida Dinamis. *Jurnal Paedagogy: Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan*, 10(2), 494–503. <https://doi.org/10.33394/jp.v10i2.7239>
- Supart, Y., Farid, M., & Sundaryono, A. (2020). Modul Pembelajaran Pemanfaatan Kulit Durian Untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif Siswa Sekolah Menengah Pertama (SMP). *PENDIPA Journal of Science Education*, 4(3), 14–19. <https://doi.org/10.33369/pendipa.4.3.14-19>
- Supriadi, S., Maulana, F., & Ustafiano, B. (2022). Pengembangan Modul Mata Pelajaran Dasar-Dasar Otomotif Model Discovery Learning Melalui Pendekatan Scientific. *AEJ: Journal of Automotive Engineering and Vocational Education*, 3(2), 123–130. <https://doi.org/10.24036/aej.v3i2.148>
- Nurhayati, Hanifah dkk: Pengembangan Modul Ajar ...
- Suriani, T., & Devita, D. (2021). Efektivitas Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Menggunakan Model Pembelajaran Discovery Learning Terhadap Kemampuan Pemahaman Konsep dan Pemecahan Masalah Matematis. *JIPS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Scholastic*, 5(3), 59–65. <https://doi.org/10.36057/jips.v5i3.501>
- Susilowati, A. T., & Winanto, A. (2022). Meta Analisis Komparasi Model Discovery Learning dengan Problem Based Learning terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(5), 7716–7723. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i5.3582>
- Tanjung, H. S., & Nababan, S. A. (2018). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Berorientasi Model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Se-Kuala Nagan Raya Aceh. *Genta Mulia*, 9(2), 56–70.
- Triana, H., Yanti, P. G., & Hervita, D. (2023). Pengembangan Modul Ajar Bahasa Indonesia Berbasis Interdisipliner Di Kelas Bawah Sekolah Dasar Pada Kurikulum Merdeka. *Jurnal Ilmiah Mandala Education (JIME)*, 9(1), 504–514. <https://doi.org/10.58258/jime.v9i1.4644>
- Windianingsih, T., & Samsidar. (2022). Deskripsi Hasil Belajar dan Pemahaman Siswa terhadap Pembelajaran Fisika. *Schrödinger: Journal of Physics Education*, 3(4), 78–81. <https://doi.org/10.37251/sjpe.v3i4.512>
- Yani, A. F. S., & Oktaviani, C. (2022). PRAKTIKUM KIMIA SMA KELAS XI PADA MATERI ASAM BASA SESUAI MODEL DISCOVERY DAN PROJECT BASED LEARNING. *KATALIS: Jurnal Penelitian Kimia Dan Pendidikan Kimia Vol.*, 5(1), 17–24.
- Yopi, L., Rahman, N. A., & Achmad, R. (2021). Analisis Pemahaman Konsep Matematis dalam Pemecahan Masalah Fisika pada Pokok Bahasan Dinamika Rotasi Siswa Kelas XI SMA Negeri 4 Kota Ternate. *SAINTIFIK@: Jurnal Pendidikan MIPA*, 6(1), 1–7. <https://doi.org/10.33387/saintifik.v6i1.3650>