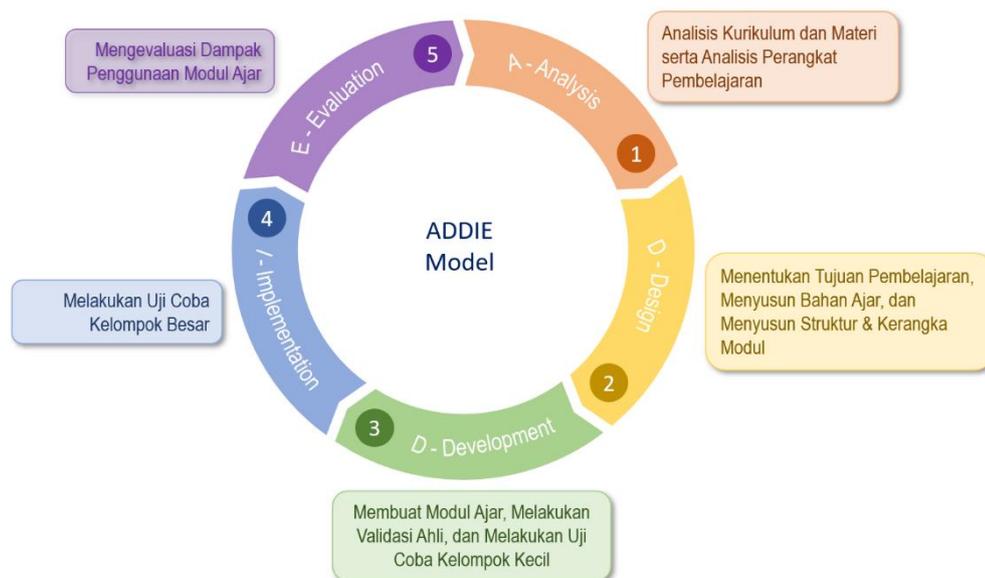


BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode *Research and Development* (R&D). Metode R&D adalah metode penelitian yang digunakan untuk menciptakan produk tertentu serta mengevaluasi keampuhannya (Sugiyono, 2013). Metode R&D juga bisa diartikan sebagai metode penelitian yang bertujuan untuk merumuskan, menyempurnakan, mengembangkan, menguji keefektifan produk, model, metode, jasa, dan prosedur tertentu yang lebih unggul, baru, efektif, efisien, produktif, dan bermakna (Nusa, 2015).

Penelitian R&D ini menggunakan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima tahapan, yaitu *Analysis* (Analisis), *Design* (Perancangan), *Development* (Pengembangan), *Implementation* (Implementasi), dan *Evaluation* (Evaluasi) (Hidayat & Nizar, 2021). Model ADDIE dikembangkan oleh Dick dan Carey untuk merancang sistem pembelajaran dengan mengembangkan dan mendesain pembelajaran. Model ADDIE dipilih karena dapat memberikan gambaran terstruktur dan interaktif dari proses pengembangan yang terdiri dari lima tahap. Selain itu, model ADDIE sering digunakan untuk menggambarkan pendekatan sistematis untuk pengembangan pembelajaran (Sugihartini & Yudiana, 2018).



Gambar 3.1 Model Pengembangan ADDIE

3.2 Partisipan

Partisipan yang terlibat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tiga dosen ahli yang kompeten dalam bidang pengembangan modul ajar fisika. Dosen ahli yang dimaksud berperan sebagai validator kelayakan materi dan media pada modul ajar yang dikembangkan. Pemilihan ketiga dosen didasarkan pada keahlian dan pengalamannya dalam mengembangkan dan menggunakan media pembelajaran, terutama pada materi yang diajarkan dalam modul ajar, sehingga aspek materi dan media dalam modul ajar dapat dinilai dengan tepat.
2. Dua guru mata pelajaran fisika. Guru yang dimaksud berperan sebagai validator kelayakan materi dan media pada modul ajar yang dikembangkan. Kedua guru yang dipilih adalah guru fisika kelas 11 yang berpengalaman mengajar materi fluida dinamis, sehingga guru dapat memberikan penilaian yang akurat.
3. Peserta didik kelas XI MIPA. Peserta didik yang berpartisipasi berjumlah 65 orang, yang terbagi menjadi dua kelas: kelas uji coba kelompok kecil (33 orang) dan kelas uji coba kelompok besar (32 orang). Uji coba kelompok kecil dan kelompok besar dilakukan di sekolah yang berbeda. Hal ini disebabkan uji coba kelompok kecil dilakukan pada peserta didik yang sudah mempelajari materi fluida dinamis, sementara uji coba kelompok besar dilakukan pada peserta didik yang belum mempelajarinya. Pemilihan lokasi uji coba di kedua SMA tersebut didasarkan pada ketersediaan sekolah untuk dijadikan lokasi penelitian dan kepemilikan *smartphone* atau laptop oleh peserta didik untuk mengimplementasikan modul ajar.

3.3 Instrumen Penelitian

3.3.1 Lembar Validasi Isi

Lembar validasi isi digunakan untuk memperoleh data pada aspek materi dari ahli terhadap kualitas modul ajar yang dikembangkan untuk digunakan sebagai perangkat pembelajaran di sekolah. Hasil penilaian ini digunakan sebagai dasar perbaikan terhadap modul ajar sebelum dilakukan uji coba kepada peserta didik. Lembar validasi isi diberikan kepada dosen ahli dan guru mata pelajaran fisika SMA. Penilaian lembar validasi isi menggunakan kriteria LORI (*Learning Object Review Instrument*). Aspek yang dinilai meliputi aspek kualitas isi/materi (*content quality*), pembelajaran (*learning goal alignment*), umpan balik dan adaptasi

(*feedback and adaptation*), dan motivasi (*motivation*). Uraian aspek tersebut dijelaskan lebih rinci pada tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1 Kriteria Penilaian Materi oleh LORI

| No. | Kriteria | Keterangan |
|-----|--|---|
| 1. | Kualitas Isi/Materi (<i>Content Quality</i>) | Kesesuaian materi dengan Tujuan Pembelajaran (TP), kedalaman materi dengan TP, ketelitian materi, ketepatan materi, keteraturan penyajian materi, dan ketepatan dalam menempatkan detail level materi |
| 2. | Pembelajaran (<i>Learning Goal Alignment</i>) | Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran, aktivitas pembelajaran, penilaian dalam pembelajaran, dan karakteristik peserta didik |
| 3. | Umpan Balik dan Adaptasi (<i>Feedback and Adaptation</i>) | Umpan balik yang mampu menyesuaikan dengan karakter peserta didik yang berbeda |
| 4. | Motivasi (<i>Motivation</i>) | Kemampuan menarik perhatian banyak peserta didik |

(Nesbit, Belfer, & Leacock, 2009)

Penilaian lembar validasi isi menggunakan skor 1 sampai 5 dengan kriteria sangat tidak baik hingga sangat baik. Selain itu, jika validator ingin memberikan kritik dan saran, maka validator dapat menuliskannya pada kolom yang telah disediakan pada lembar validasi.

3.3.2 Lembar Validasi Konstruk

Lembar validasi konstruk digunakan untuk memperoleh data pada aspek media dari ahli terhadap kualitas modul ajar yang dikembangkan untuk digunakan sebagai perangkat pembelajaran di sekolah. Hasil penilaian ini digunakan sebagai dasar perbaikan terhadap modul ajar sebelum dilakukan uji coba kepada peserta didik. Lembar validasi konstruk diberikan kepada dosen ahli dan guru mata pelajaran fisika SMA. Penilaian lembar validasi konstruk menggunakan kriteria LORI (*Learning Object Review Instrument*). Aspek yang dinilai meliputi aspek desain tampilan (*presentation design*), interaksi pengguna (*interaction usability*), kemudahan mengakses (*accessibility*), dan pemenuhan standar (*standard compliance*). Uraian aspek tersebut dijelaskan lebih rinci pada tabel 3.2 berikut.

Tabel 3.2 Kriteria Penilaian Media oleh LORI

| No. | Kriteria | Keterangan |
|-----|---|--|
| 1. | Desain Tampilan (<i>Presentation Design</i>) | Desain dari informasi visual audio untuk memaksimalkan pembelajaran dan mengefisienkan proses mental |

| No. | Kriteria | Keterangan |
|-----|--|--|
| 2. | Interaksi Pengguna (<i>Interaction Usability</i>) | Navigasi yang mudah, tampilan muka yang mudah dimengerti, dan kualitas tampilan yang mendukung fitur media |
| 3. | Kemudahan Mengakses (<i>Accessibility</i>) | Desain dari control dan format penyajian user /pelajar |
| 4. | Pemenuhan Standar (<i>Standard Compliance</i>) | Taat terhadap standar internasional dan spesifikasinya |

(Nesbit, dkk., 2009)

Penilaian lembar validasi konstruk menggunakan skor 1 sampai 5 dengan kriteria sangat tidak baik hingga sangat baik. Selain itu, jika validator ingin memberikan kritik dan saran, maka validator dapat menuliskannya pada kolom yang telah disediakan pada lembar validasi.

3.3.3 Angket Respons Peserta Didik

Angket respons peserta didik digunakan untuk mengukur kepraktisan modul ajar berbasis *discovery learning* yang digunakan dalam pembelajaran pada materi fluida dinamis. Angket respons peserta didik terdiri dari beberapa aspek, yaitu aspek penyajian materi, kebahasaan, kegrafikaan, dan manfaat. Angket respons diisi setelah peserta didik menggunakan modul ajar melalui tautan *google forms*. Penilaian angket respons peserta didik menggunakan skor 1 sampai 4 dengan kriteria sangat tidak setuju hingga setuju.

3.3.4 Pre-test dan Post-test Materi Fluida Dinamis

Pre-test dan *post-test* terdiri dari 9 soal pilihan ganda yang diberikan kepada peserta didik untuk mengukur pemahaman peserta didik sebelum dan sesudah mengikuti pembelajaran dengan modul ajar berbasis *discovery learning*. Penyusunan tes ini disesuaikan dengan Capaian Pembelajaran (CP), Tujuan Pembelajaran (TP), dan indikator-indikator yang disusun berdasarkan aspek pemahaman menurut Wiggins dan McTighe, yaitu menjelaskan, menginterpretasikan, dan mengaplikasikan. Tes yang akan digunakan untuk mengukur pemahaman peserta didik divalidasi terlebih dahulu oleh ahli instrumen sebanyak 3 orang yang terdiri dari 1 orang dosen dan 2 orang guru fisika SMA dengan menggunakan lembar validasi soal. Lembar validasi soal menilai dua aspek, yaitu kesesuaian dengan aspek pemahaman Wiggins dan kesesuaian dengan indikator soal. Penilaian lembar validasi soal menggunakan kriteria setuju dengan nilai 1 dan tidak setuju dengan nilai 0. Jika validator ingin memberikan kritik dan

saran, maka validator dapat menuliskannya pada kolom saran dan perbaikan yang terdapat di lembar validasi.

Hasil penilaian ahli dianalisis menggunakan *Content Validity Index* (CVI). Hal ini bertujuan untuk mengukur validitas konten dari sebuah instrumen yang mengacu pada (Lynn, 1986). CVI diklasifikasikan dalam dua tipe, yaitu *Item-CVI* (I-CVI) dan *Scale-level CVI* (S-CVI). Tipe yang digunakan pada penelitian ini adalah S-CVI yang dihitung menggunakan metode S-CVI Average (S-CVI/Ave).

Lynn (1986) menganjurkan ketika terdapat 5 atau lebih sedikit ahli, I-CVI harus bernilai 1. Namun, jika mengacu pada Davis (1992), S-CVI dapat diterima dengan batas bawah 0,80, sehingga peneliti menerapkan standar ini dalam perhitungan S-CVI. Berikut merupakan hasil validasi *pre-test dan post-test* yang akan digunakan.

Tabel 3.3 Hasil Validasi *Pre-test dan Post-test*

| Aspek | S-CVI/Ave |
|---|-----------|
| Kesesuaian dengan Aspek Pemahaman Wiggins | 1 |
| Kesesuaian dengan Indikator Soal | 0,67 |
| Rata-Rata | 0,83 |

Berdasarkan tabel di atas, rata-rata S-CVI/Ave yang diperoleh pada validasi tes ini adalah 0,83. Hal ini menunjukkan bahwa validitas isi dari 18 butir soal ialah layak digunakan setelah revisi. Setelah dilakukan revisi, tes diuji coba kepada peserta didik kelompok kecil sebanyak 33 orang menggunakan *google forms*. Hasil dari uji coba kemudian dianalisis berdasarkan 4 aspek, yaitu validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda. Perhitungan keempat aspek tersebut dilakukan sebagai berikut.

a. Validitas Tes Fluida Dinamis

Uji validitas menggunakan persamaan Korelasi *Product Moment* (Sugiyono, 2013). Untuk menghitung korelasi, digunakan persamaan sebagai berikut.

$$r_{xy} = \frac{N \Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{(N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2)(N \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2)}}$$

Keterangan:

r_{xy} = koefisien korelasi antara variabel X dan variabel Y yang dikorelasikan

X = skor yang diperoleh pada tiap butir instrumen

Y = skor peserta didik pada tiap butir instrumen

N = jumlah responden

ΣX = jumlah skor dari seluruh peserta didik terhadap butir instrumen

ΣY = jumlah skor tiap peserta didik

ΣXY = jumlah hasil kali nilai X dan nilai Y

ΣX^2 = jumlah dari kuadrat nilai X

ΣY^2 = jumlah dari kuadrat nilai Y

Butir instrumen dikatakan valid apabila $r_{hitung} > r_{tabel}$ pada taraf signifikansi 5%. Berikut hasil uji validitas untuk tes fluida dinamis.

Tabel 3.4 Hasil Validasi Butir Tes Fluida Dinamis

| Butir | r_{hitung} | r_{tabel} | Keterangan |
|-------|--------------|-------------|-------------|
| 1 | 0,24 | 0,355 | Tidak Valid |
| 2 | 0,52 | 0,355 | Valid |
| 3 | 0,17 | 0,355 | Tidak Valid |
| 4 | 0,36 | 0,355 | Valid |
| 5 | 0,17 | 0,355 | Tidak Valid |
| 6 | 0,22 | 0,355 | Tidak Valid |
| 7 | 0,49 | 0,355 | Valid |
| 8 | 0,33 | 0,355 | Tidak Valid |
| 9 | 0,39 | 0,355 | Valid |
| 10 | 0,39 | 0,355 | Valid |
| 11 | 0,26 | 0,355 | Tidak Valid |
| 12 | 0,41 | 0,355 | Valid |
| 13 | 0,26 | 0,355 | Tidak Valid |
| 14 | 0,33 | 0,355 | Tidak Valid |
| 15 | 0,37 | 0,355 | Valid |
| 16 | 0,51 | 0,355 | Valid |
| 17 | 0,40 | 0,355 | Valid |
| 18 | 0,34 | 0,355 | Tidak Valid |

Berdasarkan Tabel 3.4, butir 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15, 16, dan 17 dinyatakan valid dan butir 1, 3, 5, 6, 8, 11, 13, 14, dan 18 dinyatakan tidak valid. Hal ini terjadi karena peserta didik mengalami kesulitan dalam mengerjakan soal. Kesulitan ini muncul karena uji coba kelompok kecil dilakukan pada minggu pertama semester baru, sehingga memungkinkan peserta didik telah lupa dengan materi yang diajarkan sebelumnya akibat libur pergantian semester. Oleh karena itu, pada penelitian ini, hanya butir 2, 4, 7, 9, 10, 12, 15, 16, dan 17 saja yang digunakan untuk mengukur pemahaman peserta didik pada uji coba kelompok besar.

b. Reliabilitas Tes Fluida Dinamis

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengukur sejauh mana instrumen yang digunakan dapat konsisten dan dipercaya dalam beberapa kali pengukuran. Uji reliabilitas instrumen pada penelitian ini menggunakan teknik *Alpha Cronbach*. Untuk menghitung reliabilitas instrumen tes, digunakan persamaan sebagai berikut.

$$\alpha = \frac{R}{R - 1} \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2} \right)$$

Keterangan:

α = koefisien reliabilitas *Alpha Cronbach*

R = banyaknya butir soal

$\sum \sigma_i^2$ = jumlah varians butir instrumen

σ_t^2 = varians total

Instrumen dikatakan reliabel apabila skor amatan mempunyai korelasi yang tinggi dengan skor yang sebenarnya (Allen & Yen, 1979). Atau instrumen dikatakan reliabel dan layak digunakan apabila hasil koefisien reliabilitas instrumen minimal berada pada klasifikasi "sedang" atau nilai $r > 0,4$ (Lestari & Yudhanegara, 2017). Hasil koefisien reliabilitas terkait instrumen tes dapat dikategorikan sebagai berikut.

Tabel 3.5 Kategori Reliabilitas Instrumen Tes

| No. | Koefisien Reliabilitas | Kategori |
|-----|------------------------|---------------|
| 1 | 0,80 – 1,00 | Sangat Tinggi |
| 2 | 0,60 – 0,80 | Tinggi |
| 3 | 0,40 – 0,60 | Sedang |
| 4 | 0,20 – 0,40 | Rendah |
| 5 | -1,00 – 0,20 | Rendah Sekali |

Guilford (1956)

Berdasarkan data yang telah didapat, instrumen tes fluida dinamis memiliki koefisien reliabilitas sebesar 0,54 yang termasuk dalam kategori sedang. Perhitungan mengenai reliabilitas butir soal dapat dilihat pada Lampiran 8. Oleh karena itu, tes ini reliabel untuk digunakan dalam mengukur pemahaman peserta didik pada uji coba kelompok besar.

c. Tingkat Kesukaran Tes Fluida Dinamis

Tingkat kesukaran butir soal adalah persentase atau proporsi dari peserta tes untuk menjawab benar suatu butir soal. Besarnya tingkat kesukaran berkisar 0,00 -

1,00. Semakin besar tingkat kesukaran yang diperoleh dari hasil hitungan, berarti semakin mudah soal itu dan soal itu harus direvisi (Arifin, 2017). Secara umum, tingkat kesukaran suatu butir sebaiknya terletak pada interval 0,3 - 0,7, karena pada interval ini informasi mengenai kemampuan peserta didik akan diperoleh secara maksimal (Allen & Yen, 1979). Untuk menentukan tingkat kesukaran suatu butir, digunakan persamaan sebagai berikut.

$$P = \frac{\Sigma B}{N}$$

Keterangan:

P = tingkat kesukaran butir soal

ΣB = banyaknya responden yang menjawab benar

N = jumlah seluruh responden

Setelah melakukan penghitungan tingkat kesukaran, dilakukan penentuan kategori berdasarkan hasil tingkat kesukaran butir soal. Kategori tingkat kesukaran butir soal dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.6 Kategori Tingkat Kesukaran Instrumen Tes

| No. | Interval | Kategori |
|-----|-------------|----------|
| 1 | 0,70 – 1,00 | Mudah |
| 2 | 0,30 – 0,70 | Sedang |
| 3 | 0,00 – 0,30 | Sulit |

Berdasarkan data yang telah didapat, butir soal nomor 2, 4, 9, 15, dan 16 termasuk dalam kategori sedang dengan interval tingkat kesukaran 0,30 – 0,70. Sedangkan butir soal nomor 7, 10, 12, dan 17 termasuk dalam kategori sulit dengan interval tingkat kesukaran 0,12 – 0,24.

d. Daya Pembeda Tes Fluida Dinamis

Daya pembeda adalah kemampuan suatu butir soal untuk membedakan antara peserta didik yang berkemampuan tinggi dan rendah (Arikunto, 2018). Untuk menentukan daya pembeda suatu butir, digunakan persamaan sebagai berikut.

$$\rho_{pbis} = \frac{\mu_+ - \mu_-}{\sigma_\tau} \sqrt{\frac{p}{q}}$$

Keterangan:

ρ_{pbis} = korelasi point biserial

μ_+ = rata-rata skor peserta tes yang menjawab benar butir soal

μ_τ = rata-rata skor total

σ_τ = simpangan baku skor total

p = proporsi banyaknya peserta tes yang menjawab benar

q = proporsi peserta tes yang menjawab salah (q = 1-p)

Setelah melakukan penghitungan, dilakukan penentuan kategori berdasarkan hasil korelasi poin biserial. Kategori korelasi poin biserial dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3.7 Kategori Korelasi Point Biserial Instrumen Tes

| No. | Interval | Kategori |
|-----|-------------|-------------|
| 1 | $\geq 0,40$ | Sangat Baik |
| 2 | 0,30 – 0,39 | Baik |
| 3 | 0,11 – 0,29 | Sedang |
| 4 | 0,00 – 0,10 | Kurang |

(Cecil, Ronald, & Victor, 2009)

Berdasarkan data yang diperoleh, butir soal nomor 4, 9, 10, 15, dan 17 termasuk dalam kategori baik dengan interval 0,36 - 0,39. Sedangkan butir soal nomor 2, 7, 12, dan 16 termasuk dalam kategori sangat baik dengan interval 0,40 - 0,51.

Dari analisis validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda, dapat disimpulkan bahwa dari 18 butir soal, 9 butir soal dinyatakan valid (2, 4, 7, 9, 10, 12, 15, 16, dan 17) dan 9 butir lainnya dinyatakan tidak valid (1, 3, 5, 6, 8, 11, 13, 14, dan 18). Instrumen tes yang diuji coba memiliki koefisien reliabilitas sebesar 0,54 dan termasuk dalam kategori sedang. Karena terdapat beberapa soal yang tidak valid, analisis hanya difokuskan pada butir soal yang valid. Analisis mengenai butir soal yang tidak valid dapat ditemukan pada Lampiran 8. Untuk memudahkan pembacaan, kesimpulan hasil analisis ini disajikan dalam Tabel 3.8.

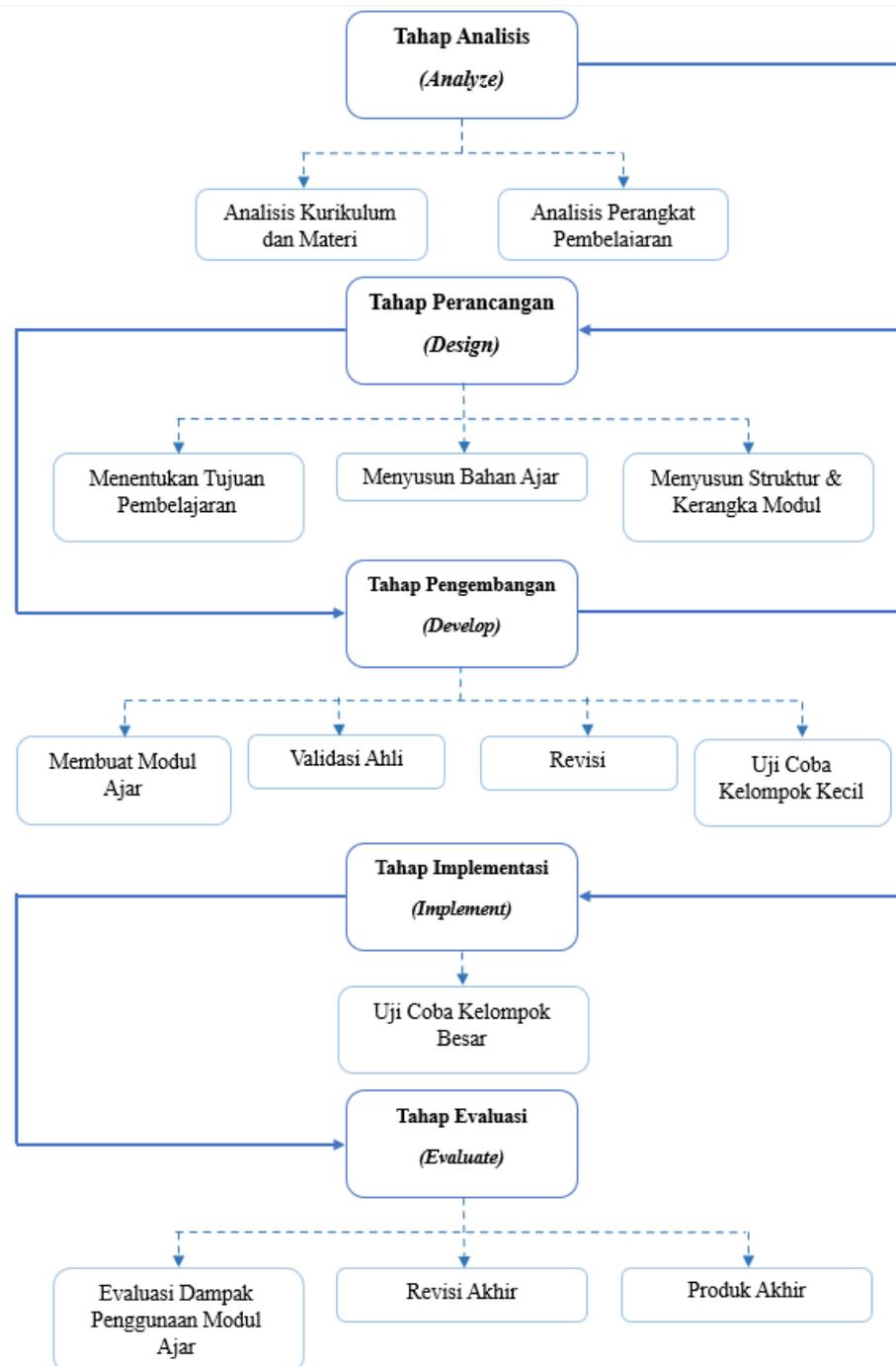
Tabel 3.8 Rangkuman Hasil Analisis Uji Coba Butir Soal

| Butir | Validitas | Reliabilitas | Kategori Tingkat Kesukaran | Kategori Daya Pembeda |
|-------|-----------|---|----------------------------|-----------------------|
| 2 | Valid | Mendapat koefisien reliabilitas sebesar 0,54 dan termasuk dalam kategori sedang | Sedang | Sangat Baik |
| 4 | Valid | | Sedang | Baik |
| 7 | Valid | | Sulit | Sangat Baik |
| 9 | Valid | | Sedang | Baik |
| 10 | Valid | | Sulit | Baik |
| 12 | Valid | | Sulit | Sangat Baik |
| 15 | Valid | Sedang | Sedang | Baik |

| Butir | Validitas | Reliabilitas | Kategori Tingkat Kesukaran | Kategori Daya Pembeda |
|-------|-----------|--------------|----------------------------|-----------------------|
| 16 | Valid | | Sedang | Sangat Baik |
| 17 | Valid | | Sulit | Baik |

3.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang digunakan mengacu kepada model pengembangan ADDIE. Pada model ini terdapat lima tahap utama, yaitu *Analysis (Analisis)*, *Design (Perancangan)*, *Development (Pengembangan)*, *Implementation (Implementasi)*, dan *Evaluation (Evaluasi)*. Secara khusus, tahapan-tahapan ini ditampilkan pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Prosedur Penelitian

3.4.1 Tahap Analisis (*Analysis*)

Tahap analisis bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan tujuan instruksional (kebutuhan akibat kesenjangan yang terjadi dibandingkan dengan keadaan yang seharusnya terjadi). Pada tahap ini peneliti mengumpulkan data melalui analisis kurikulum dan materi serta analisis perangkat pembelajaran. Temuan pada tahap analisis akan dijelaskan dalam poin-poin berikut.

1. Analisis Kurikulum dan Materi

Kurikulum pendidikan di Indonesia telah berkembang sebanyak sepuluh kali, dimulai pada tahun 1947 sebagai Kurikulum Rentjana Pembelajaran 1947 sampai pada tahun 2022 sebagai Kurikulum Merdeka. Perkembangan ini terjadi karena kurikulum harus menyesuaikan dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik yang berubah seiring berjalannya waktu (Cholilah, Tatuwo, Komariah, Rosdiana, & Fatirul, 2023).

Berdasarkan Kepmendikbudristek No. 56 Tahun 2022, terdapat tiga kurikulum yang berlaku di Indonesia dalam rangka pemulihan pembelajaran, yaitu Kurikulum 2013, Kurikulum 2013 yang disederhanakan, dan Kurikulum Merdeka. Masing-masing kurikulum mencakup tujuan kurikulum yang berbeda. Pada kurikulum 2013, tujuan kurikulum menurut Permendikbud No. 37 Tahun 2018 mencakup empat kompetensi, yaitu kompetensi sikap spiritual, sikap sosial, pengetahuan, dan keterampilan. Sedangkan pada kurikulum merdeka, tujuan kurikulum menurut Firdaus, Laensadi, Matvayodha, Siagian, dan Hasanah (2022) adalah mengembangkan enam belas keterampilan yang terbagi dalam tiga kategori utama, yaitu literasi dasar, kompetensi, dan kualitas karakter sebagai jawaban untuk menghadapi keterampilan abad 21.

Akibat adanya perbedaan kurikulum, peneliti mewawancarai guru fisika kelas 11 di salah satu MAN Kota Bandung dan di salah satu SMA Kota Cimahi untuk mengetahui kurikulum yang digunakan. Peneliti juga bertanya mengenai 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. Metode ceramah digunakan untuk menyampaikan berbagai informasi secara langsung, sehingga peserta didik dapat memperoleh pengetahuan yang lebih mendalam. Selain itu, metode demonstrasi diterapkan untuk mencegah kebosanan peserta didik saat mendengarkan

penjelasan guru dan menjaga antusiasme mereka dalam belajar, sedangkan metode diskusi digunakan untuk meningkatkan kepercayaan diri peserta didik dalam kehidupan sosial mereka. 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, guru seringkali menerapkan model pembelajaran yang terbukti efektif dalam meningkatkan pemahaman peserta didik, yaitu *problem based learning*, *project based learning*, dan *discovery learning* (Chan, Septia, Febrianti & Desnita, 2021). Namun, 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). Hal ini disebabkan peserta didik dapat menemukan konsep sendiri sehingga dapat lebih memahami apa yang mereka pelajari dan mengingatnya lebih lama (Aprilia, 2015).

Adapun media pembelajaran yang banyak dipakai oleh kedua guru ialah buku paket, *power point*, dan alat-alat laboratorium. Buku paket merupakan sumber belajar utama yang memuat materi fisika sesuai dengan standar kurikulum dan digunakan ketika pembelajaran di kelas. Selain buku paket, guru juga menyediakan *power point* hampir disetiap pertemuan. Sedangkan alat-alat laboratorium dapat digunakan dalam pembelajaran ketika alat yang dibutuhkan tersedia di laboratorium.

Berdasarkan Permendikbud No. 37 Tahun 2018, materi yang disampaikan berbentuk kompetensi dasar (KD), yang mana mencakup 12 materi untuk fisika kelas 11, yaitu Kesetimbangan dan Dinamika Rotasi, Elastisitas dan Hukum Hooke, Fluida Statis, Fluida Dinamis, Suhu dan Kalor, Teori Kinetik Gas, Termodinamika, Gelombang Mekanik, Gelombang Bunyi, Gelombang Cahaya, Alat-alat Optik, dan Gejala Pemanasan Global. Sedangkan menurut Keputusan Kepala BSKAP No.008/H/KR/2022 Tahun 2022, materi yang disampaikan berbentuk capaian pembelajaran (CP) per Fase, yang mana kelas 11 termasuk

dalam Fase F yang terdiri dari materi vektor, kinematika dan dinamika gerak, fluida, gelombang bunyi dan gelombang cahaya, serta kalor dan termodinamika.

Dari banyaknya materi yang ada dalam dua peraturan di atas, materi gerak parabola, fluida dinamis, dan dinamika rotasi seringkali dianggap sebagai materi yang rumit bagi peserta didik. Kendala yang dialami pada materi gerak parabola disebabkan oleh kebingungan peserta didik dalam menjawab soal fisika. Temuan ini 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 ini diperkuat oleh Suherly dkk. (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. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yopi, Rahman, dan Achmad (2021), bahwa pemahaman konsep matematis peserta didik pada indikator menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis, indikator menafsirkan dan menyatakan ulang sebuah konsep, dan indikator mengaplikasikan konsep algoritma pada pemecahan masalah berada pada kategori rendah.

2. Analisis Perangkat Pembelajaran

Setelah informasi terkumpul, dilakukan analisis perangkat pembelajaran berupa kajian pustaka untuk menentukan perangkat ajar yang selaras dengan kebutuhan capaian pembelajaran. Berdasarkan hasil wawancara, media pembelajaran yang digunakan umumnya buku paket, *power point*, dan alat-alat laboratorium. Penggunaan buku paket sebagai media pembelajaran masih kurang efektif, karena peserta didik merasa keberatan akibat bawaan yang terlalu berat apabila selalu membawa buku paket ke sekolah. Penggunaan *power point* juga membuat peserta didik hanya melamun dan tidak mencatat materi yang disampaikan oleh guru. Sedangkan alat laboratorium sekolah yang terbatas membuat guru tidak selalu menggunakannya sebagai media pembelajaran.

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). Perangkat pembelajaran adalah sekumpulan media atau sarana yang digunakan oleh guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran di kelas (Kosassy, 2019). Perangkat pembelajaran yang dimaksud ialah RPP, buku siswa, buku pegangan guru, LKS, dan tes hasil belajar. Oleh karena itu, peneliti memutuskan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran.

Apabila 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. Dengan menggunakan modul ajar, diharapkan mampu meningkatkan fleksibilitas proses pembelajaran, sehingga peserta didik dapat memenuhi tingkat kompetensi minimum yang diinginkan (Mukhlisina, dkk., 2023).

Penggunaan modul ajar merujuk pada sejumlah alat, sarana, prasarana dan media, metode, petunjuk, dan pedoman yang dirancang secara sistematis, menarik, dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik (Andriyanto, dkk., 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.

3.4.2 Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap perancangan merupakan tahap untuk menentukan rancangan awal pengembangan modul ajar. Pada tahap ini rancangan produk masih bersifat konseptual dan akan mendasari proses pengembangan di tahap selanjutnya. Pada

tahap ini, peneliti menentukan capaian dan tujuan pembelajaran berdasarkan kompetensi yang harus dicapai oleh peserta didik, menyusun bahan ajar, dan menyusun struktur serta kerangka modul. Informasi mengenai hasil yang diperoleh pada tahap perancangan disajikan dalam paragraf selanjutnya.

Berdasarkan informasi yang diperoleh saat wawancara, peneliti menemukan bahwa kedua sekolah menggunakan kurikulum yang berbeda, yaitu kurikulum 2013 dan kurikulum merdeka. Namun, untuk mengikuti perkembangan terbaru, 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 karena 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 3.9 Capaian Pembelajaran dan Tujuan Pembelajaran

| Capaian Pembelajaran | Tujuan 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.” | <ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik dapat menjelaskan sifat-sifat fluida ideal dengan benar. 2. Peserta didik dapat menjelaskan Asas Kontinuitas. 3. Peserta didik dapat mengaplikasikan Asas Kontinuitas dalam kehidupan sehari-hari. 4. Peserta didik dapat menginterpretasikan hubungan luas penampang dan kelajuan aliran fluida terhadap debit pada Asas Kontinuitas. 5. Peserta didik dapat menjelaskan Prinsip Bernoulli. 6. Peserta didik dapat mengaplikasikan Prinsip Bernoulli dalam kehidupan sehari-hari. 7. Peserta didik dapat menginterpretasikan 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. Pokok bahasan yang disajikan terdiri dari konsep fisika dan penerapannya dalam teknologi dan kehidupan sehari-hari.

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 3.10.

Tabel 3.10 Struktur dan Kerangka Modul

| Komponen | Deskripsi |
|-----------------|---|
| Informasi Umum | <ol style="list-style-type: none"> 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. 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. |

| Komponen | Deskripsi |
|----------|--|
| | 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 | 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. |

3.4.3 Tahap Pengembangan (*Development*)

Pada tahap pengembangan, 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 cokelat. Warna biru melambangkan ketenangan, kedamaian, dan intelektual. Sedangkan warna cokelat melambangkan kesederhanaan, kehangatan, dan kenyamanan. Setelah modul ajar selesai dibuat, dilakukan validasi isi dan konstruk kepada tiga dosen ahli dan dua guru fisika SMA untuk mengidentifikasi kualitas materi dan media fluida dinamis yang ada di dalam modul ajar. Ketika validasi dilakukan, terdapat beberapa saran validator yang dapat dipertimbangkan, salah satunya adalah membuat modul ajar untuk peserta didik. Oleh karena itu, peneliti merevisi modul ajar untuk guru yang telah divalidasi dan membuat modul ajar untuk peserta didik.

Pembuatan modul ajar untuk peserta didik dilakukan dengan beberapa langkah. Pertama, membuat struktur modul ajar peserta didik. Kemudian menerapkan

struktur tersebut pada laman canva yang baru. Lalu, modul diimpor ke dalam *website* heyzine. Untuk memperjelas pembelajaran, peneliti menambahkan video yang relevan dengan pokok bahasan dan mengubah asesmen menjadi format *google forms*, sehingga dihasilkan modul ajar untuk peserta didik berbentuk *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 3.11 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 dan prasarana, target peserta didik, dan 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 ini juga terdapat video mengenai 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, angket 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 3.3 Modul Ajar Peserta Didik Berbentuk *Flipbook*

D. PERTANYAAN PEMANTIK

- Pipa PDAM memiliki berbagai cabang pipa, dimana terdapat pipa yang memiliki luas penampang lebih kecil terhubung dengan pipa yang luas penampangnya lebih besar. Apakah perbedaan diameter pada pipa PDAM berpengaruh terhadap kecepatan aliran air? Bagaimana kecepatan aliran air pada pipa dengan diameter yang berbeda-beda?
- Terdapat dua buah kolam yang identik, kolam pertama diisi dengan membiarkan mulut selang terbuka, sedangkan kolam kedua diisi dengan memampatkan mulut selang. Jika debit air yang keluar dari keran adalah sama, apakah salah satu kolam akan terisi lebih dahulu?
- Jika selang panjang rumput hanya membuat dua lang dengan diameter dan ketinggian bukaan lang yang sama, apakah mereka akan tetap hidup dengan nyaman? Mengapa? Bagaimanakah hubungannya dengan tekanan dan kecepatan udara pada lubang?
- Apa yang terjadi jika tangki air memiliki lubang di dindingnya? Bagaimana hubungan antara kecepatan air yang keluar dari lubang dengan ketinggian air di dalam tangki?

E. MATERI PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran 1 : Fluida Ideal dan Asas Kontinuitas
Kegiatan Pembelajaran 2 : Prinsip Bernoulli

Perhatikan video berikut ini!

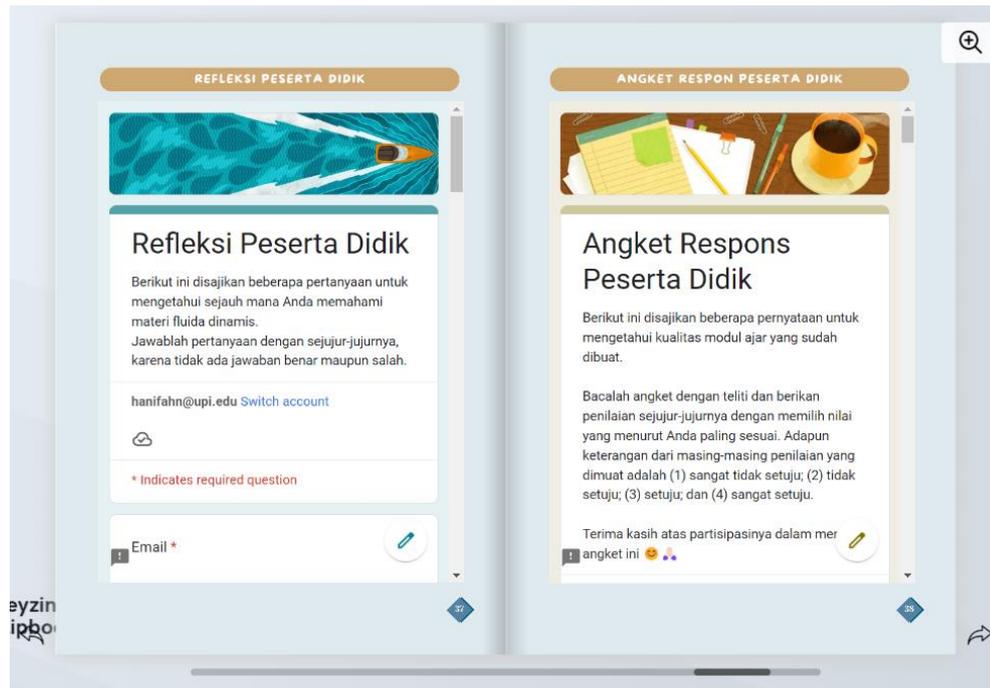


Fluida adalah zat yang dapat mengalir dan berubah bentuk (dapat dimampatkan) jika diberi tekanan. Fluida terdiri dari zat cair dan gas. Perbedaan antara zat cair dan gas terletak pada kompresibilitasnya atau kerentamannya. Zat mudah dimampatkan, sedangkan zat cair tidak dapat dimampatkan (Siripudin, Rustiawati, & Suganda, 2009). Fluida dibedakan menjadi dua jenis, yaitu fluida statis dan fluida dinamis. Fluida statis adalah fluida yang tidak bergerak atau gaya neto yang bekerja pada fluida adalah nol. Sedangkan fluida dinamis adalah fluida yang bergerak atau gaya neto yang bekerja pada suatu bagian fluida dapat bernilai nol atau mungkin tidak. Hal tersebut bergantung apakah fluida bergerak dengan kelajuan konstan atau bergerak dengan mengalami percepatan (Foster, 2017).

1. Fluida Ideal

Dalam fluida yang bergerak, setiap partikel pada fluida memiliki kecepatan untuk setiap posisinya. Oleh karena itu, fluida dinamis dapat digambarkan sebagai medan kecepatan (Kamajaya, 2016). Jika lintasan partikel (trik) pada fluida digambarkan, akan diperoleh suatu lintasan yang dinamakan garis aliran. Dalam fluida dinamis terdapat dua garis aliran, yaitu aliran laminar dan aliran turbulen. Aliran laminar adalah aliran fluida yang lancar sehingga selang-lipisan fluida yang berdekatan saling bergeser dengan lancar. Sedangkan aliran turbulen adalah aliran fluida yang tidak sejajar atau tidak beraturan, ditandai dengan lingkaran kecil yang tak menentu, seperti putaran air yang disebur anus puser (Giancoli, 2005).

Gambar 3.4 Menambahkan Video pada Awal Pokok Bahasan



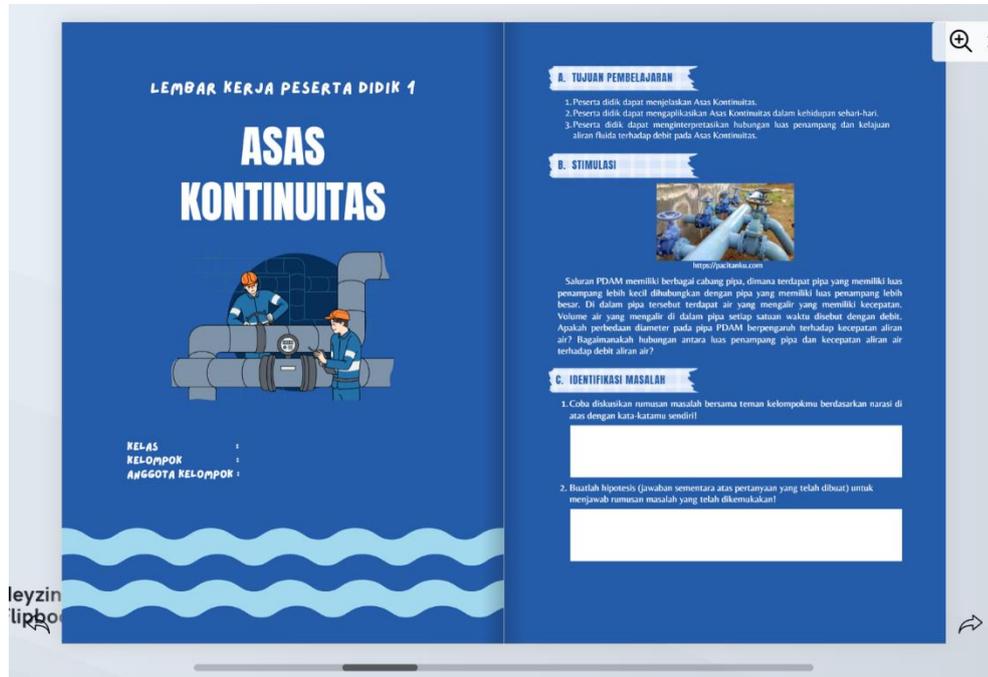
Gambar 3.5 Refleksi dan Angket Respons yang dibuat ke dalam *Google Forms*

Setelah modul ajar peserta didik selesai dibuat, modul diujicobakan kepada kelompok kecil selama dua hari. Pada hari pertama, peserta didik melakukan pembelajaran menggunakan modul ajar dengan pokok bahasan Fluida Ideal & Asas Kontinuitas. Sedangkan pada hari kedua, peserta didik mengerjakan soal fluida dinamis yang ada pada modul ajar dan mengisi angket respons peserta didik.

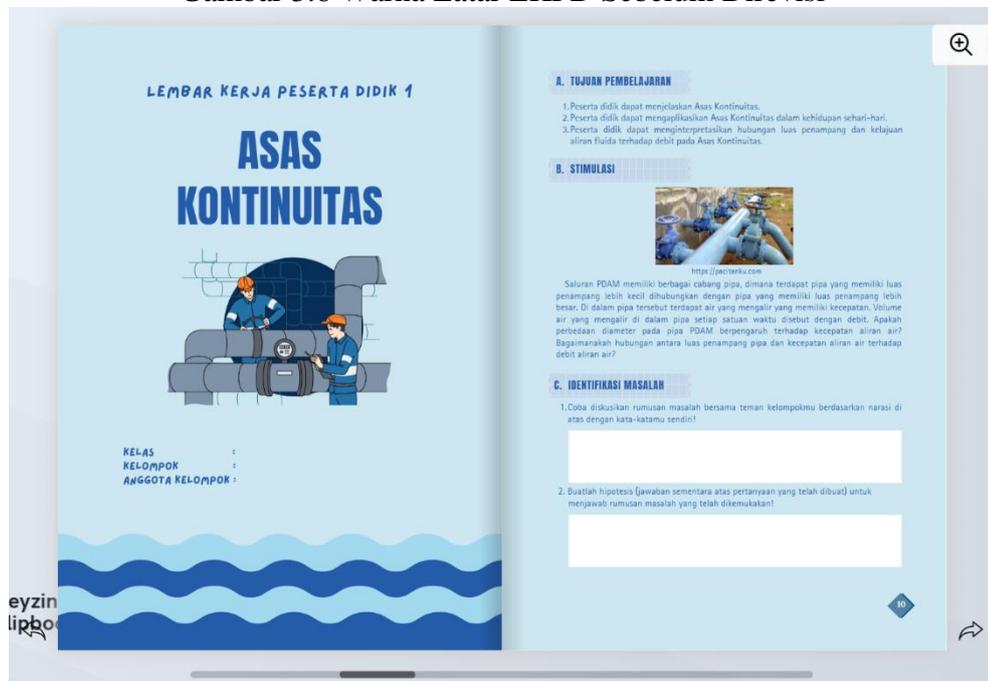
Uji coba kelompok kecil dilakukan kepada peserta didik yang sudah mempelajari materi fluida dinamis. Tujuan dari uji coba ini adalah untuk mengidentifikasi apakah modul ajar yang telah dibuat dapat dipahami dengan baik atau tidak oleh peserta didik. Data yang diperoleh dari uji coba kelompok kecil adalah respons peserta didik dan pemahaman peserta didik pada materi fluida dinamis. Respons yang diperoleh akan dijadikan acuan untuk merevisi modul ajar *flipbook*. Sedangkan skor pemahaman yang diperoleh akan dianalisis untuk mengetahui validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya beda soal sebelum diberikan kepada kelompok besar.

Berdasarkan hasil uji coba kelompok kecil, terdapat beberapa saran yang disampaikan, 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*.

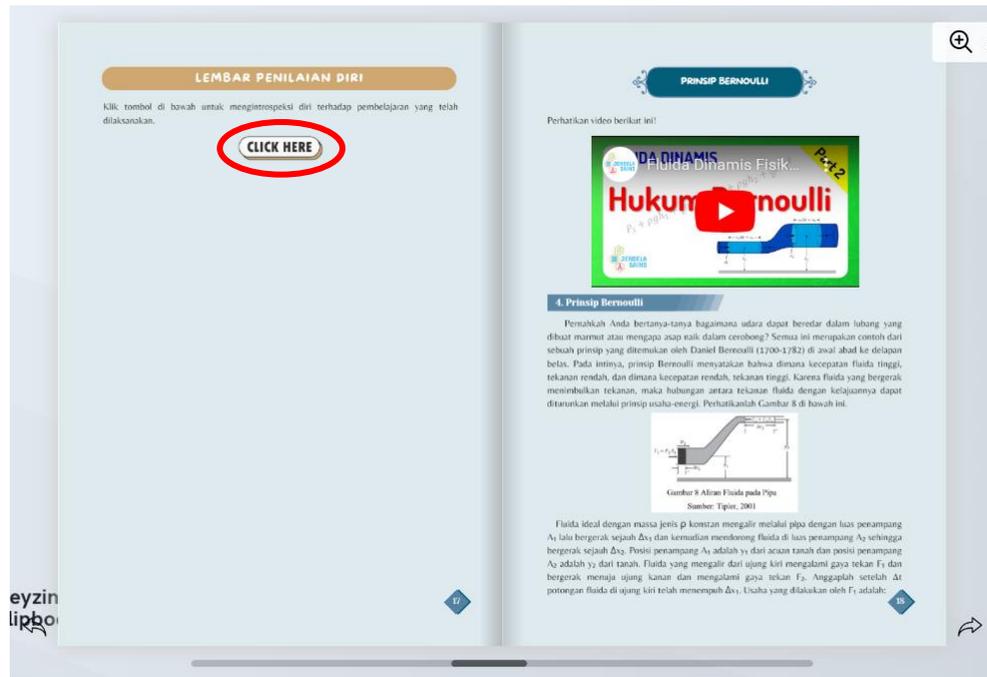
Berdasarkan saran yang diterima, modul ajar direvisi kembali dengan mengubah warna latar LKPD menjadi lebih terang dan membuat tombol klik ketika akan membuka *google forms*. Hasil revisi tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 3.6 Warna Latar LKPD Sebelum Direvisi



Gambar 3.7 Warna Latar LKPD Setelah Direvisi



Gambar 3.8 Tombol Klik yang Mengarah pada *google forms*

3.4.4 Tahap Implementasi (*Implementation*)

Pada tahap implementasi, dilakukan uji coba kelompok besar selama 2 minggu atau 4 pertemuan. Pertemuan pertama, peneliti mengintruksikan peserta didik untuk menyelesaikan tes awal (*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*), mengisi lembar penilaian diri, dan memberikan umpan balik terkait modul ajar melalui pengisian angket respons peserta didik.

Uji coba kelompok besar dilakukan kepada peserta didik yang belum mempelajari materi fluida dinamis. Tujuan dari uji coba kelompok besar adalah untuk mengetahui kualitas modul ajar dan mengetahui peningkatan pemahaman peserta didik setelah menggunakan modul ajar. Data yang diperoleh dari uji coba kelompok besar adalah nilai *pretest-posttest*, nilai keterampilan dalam LKPD, penilaian diri, serta respons peserta didik terhadap penggunaan modul ajar.

3.4.5 Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Pada tahap ini, dilakukan evaluasi terhadap efektivitas modul ajar yang dikembangkan. Evaluasi didasarkan pada data yang diperoleh dari uji coba

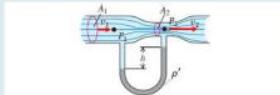
kelompok besar, meliputi hasil *pre-test*, *post-test*, dan respons peserta didik. Hasil *pre-test* dan *post-test* yang didapatkan akan dianalisis untuk mengetahui apakah terdapat peningkatan pemahaman peserta didik atau tidak. Selain itu, modul ajar direvisi kembali berdasarkan kritik dan saran yang diterima saat uji coba kelompok besar. Kritik dan saran yang disampaikan dapat dilihat pada gambar 3.9.

| |
|---|
| modul sudah baik |
| Tidak ada |
| penjelasannya lebih di permudah |
| Bagus |
| cara menjelaskannya sangat baik, tetapi terlalu cepat |
| Sebaiknya gunakan alternatif phet untuk simulasi, karena jika menggunakan phet di handphone itu cukup sulit |
| agak susah untuk mengerjakan lkpd, karena tidak dijelaskan terlebih dahulu |
| lebih banyak games dalam ajar mengajar agar tidak jenuh dengan soal |
| mungkin lebih banyak contoh penerapan hukum hukum tersebut dalam modul, dan mungkin untuk lebih jelas tentang membahas materi saat pembelajaran |
| Semoga Materi Fisika Makin mudah |
| terima kasih ibu sudah datang ke kelas kita, mohon maaf kalo kelas nya bikin capek, menurut saya pembelajaran yang ibu bawa cukup menarik tetapi, saya kurang bisa memahami pembelajaran dengan metode yang ibu berikan karena saya anaknya lumayan pemalas, jadi kalo saya tiba tiba dikasih sesuatu pasti saya males ngerjainnya kecuali memang saya dikasih caranya dengan rinci. tapi itu semua kekurangan saya sih bu, metode pembelajarannya udah bagus ko bu cuma memang agak sedikit kaget aja. semangat ibu skripsinya |
| Mungkin kalo buat aku kebanyakan teks nya, mungkin karena udah terbiasa sama Bu ai yang langsung - kasih materi - teori dikit - kasih rumus - contoh soal - latihan (BKN ulangan) jadi aga susah nyesuaiannya, But thank you very much for the module, ibuu |
| ★★★★★ |
| ngga ada kritik heheheh, CUMAAAN tadi pas tes duh ko susah :(SEMANGAAATTT IBUU |

Gambar 3.9 Kritik dan Saran Peserta Didik Terhadap Modul Ajar

Berdasarkan kritik dan saran pada Gambar 3.9, modul ajar direvisi menjadi produk akhir. Revisi atau perubahan yang diterapkan pada modul ajar adalah penambahan penerapan Prinsip Bernoulli dalam teknologi yang dapat dilihat pada Gambar 3.10.

Venturimeter Dengan Manometer



Gambar 13 Tabung Venturimeter dengan Manometer
Sumber: Kusirini, 2020

Jika venturimeter dilengkapi dengan manometer (pipa U yang berisi zat cair lain), maka kecepatan fluida ditentukan dengan persamaan

$$v_1 = A_2 \sqrt{\frac{2(\rho' - \rho)gh}{\rho(A_1^2 - A_2^2)}} \quad (2.28)$$

Keterangan:

ρ' = massa jenis fluida pada manometer (kg/m³)

ρ = massa jenis fluida yang diukur kecepatannya (kg/m³)

h = perbedaan tinggi fluida pada manometer (m)

5.4. Tabung Pitot



Gambar 14 Pipa Pitot
Sumber: Idradjit, 2009

Pipa pitot adalah alat untuk mengukur kelajuan gas atau udara yang terdiri dari pipa venturi berisi raksa. Ujung A terbuka ke atas, sedangkan ujung B terbuka memanjang searah dengan datangnya udara. Perbedaan tinggi raksa dalam pipa disebabkan oleh perbedaan tekanan di A dan B.

Aliran udara yang masuk ke dalam tabung diteruskan ke dalam pipa melalui ujung B, dengan kecepatan berkurang hingga mencapai nol. Pada keadaan tersebut, tekanan di B sama dengan tekanan di titik D. Dengan menggunakan persamaan Bernoulli, $h_a = h_b$ dan kecepatan gas di B sama dengan nol, maka didapat

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 \quad (2.29)$$

$$p_2 - p_1 = \frac{1}{2}\rho v_1^2 \quad (2.30)$$

Beda tekanan antara titik 1 dan titik 2 ($p_2 - p_1$) sama dengan tekanan hidrostatik zat cair di dalam manometer, yaitu

$$p_2 - p_1 = \rho'gh \quad (2.31)$$

Jika Persamaan (2.30) disubstitusikan ke Persamaan (2.31), maka diperoleh

$$\frac{1}{2}\rho v_1^2 = \rho'gh \quad (2.32)$$

$$v_1^2 = \frac{2\rho'gh}{\rho} \quad (2.33)$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2\rho'gh}{\rho}} \quad (2.34)$$

Keterangan:

v = kecepatan alir gas/udara (m/s)

ρ' = massa jenis air raksa (kg/m³)

ρ = massa jenis gas/udara (kg/m³)

h = perbedaan tinggi air raksa (m)

5.5. Alat Penyemprot



Gambar 15 Penyemprot Parfum
Sumber: <https://www.amazon.de>

Menurut Indarti dkk. (2016), ketika tombol pada alat penyemprot ditekan, udara di dalam selang kecil akan dipaksa keluar yang mengakibatkan kecepatan udara di dalam pipa menjadi tinggi dan tekanannya menjadi berkurang. Sedangkan udara di dalam botol memiliki kecepatan yang rendah dan tekanan yang tinggi. Tekanan tinggi di dalam botol mendorong fluida bergerak ke atas pipa. Semakin kecil luas penampang, maka semakin besar kecepatan fluida dan penurunan tekanan yang diperoleh. Prinsip inilah yang digunakan dalam berbagai alat penyemprot seperti penyemprot obat nyamuk, pylox, pengharum ruangan, penyemprot parfum, dan pemantik api dengan bahan bakar bensin.

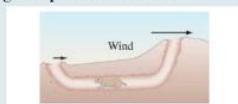
5.6. Cerobong Asap



Gambar 16 Cerobong Asap
Sumber: <https://www.farinarooof.com>

Asap dapat naik dalam cerobong karena udara panas naik (udara panas memiliki massa jenis lebih kecil dan dengan demikian mudah terapung). Tetapi prinsip Bernoulli juga memainkan peranan. Karena angin bertiup melintasi puncak cerobong asap, tekanan udara di sana lebih kecil dibandingkan tekanan udara di dalam rumah. Dengan demikian, udara dan asap didorong ke atas cerobong. Bahkan pada malam yang tampaknya tenang, biasanya ada cukup aliran udara di atas cerobong untuk membantu aliran asap ke atas.

5.7. Sarang Hewan yang Hidup di dalam Tanah



Gambar 17 Aliran Udara di Liang Bawah Tanah
Sumber: Giancoli, 2005

Jika tikus tanah, marmut, kelinci, dan hewan lainnya yang hidup di bawah tanah menghindari sesak napas, udara harus beredar pada liang-liang mereka. Liang-liang selalu dibuat paling tidak memiliki dua tempat keluar masuk. Laju aliran udara setiap lubang biasanya sedikit berbeda. Hal ini mengakibatkan sedikit perbedaan tekanan udara, yang memaksa adanya aliran udara melalui liang. Aliran udara diperkuat jika satu lubang lebih tinggi dari yang lain (dan ini seringkali dibuat oleh hewan-hewan tersebut) karena laju angin cenderung bertambah terhadap ketinggian.

5.8. Karburator



Gambar 18 Diagram sebuah karburator
Sumber: <https://otomaster.wordpress.com/>

Karburator merupakan alat pencampur bahan bakar dan udara untuk mempermudah pembakaran. Udara di dalam karburator diambil dari lingkungan melalui saluran udara di bagian depan karburator, dan kemudian melewati filter untuk menyaring partikel debu dan kotoran.

Ketika throttle dibuka, aliran udara yang masuk akan meningkat. Karena adanya udara tambahan, tekanan di ujung pipa venturi turun, sehingga tekanan di dalam tangki bensin menyamai tekanan atmosfer. Ketika throttle terbuka, karburator merespons perubahan posisi throttle dengan mengatur keseimbangan antara aliran bahan bakar dan udara. Sehingga menciptakan campuran bahan bakar-udara yang sesuai untuk kebutuhan mesin pada setiap kecepatan.

Semburan tersebut dapat menghasilkan gas yang disebut manzel yang bersifat mudah terbakar. Gas manzel inilah yang dibakar sehingga memiliki tekanan yang tinggi dan menekan piston. Demikian seterusnya sehingga roda akan bergerak seiring dengan gerakan naik turun piston tersebut.

Gambar 3.10 Revisi Akhir Modul Ajar

Hanifah Nurhayati, 2024

PENGEMBANGAN MODUL AJAR MATERI FLUIDA DINAMIS BERBASIS DISCOVERY LEARNING BERORIENTASI PEMAHAMAN PESERTA DIDIK SMA
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3.5 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan tujuan menarik kesimpulan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan. Analisis data pada penelitian ini meliputi analisis data secara kualitatif dan kuantitatif. Berikut penjelasan lebih lanjut terkait teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini.

3.5.1 Analisis Data Kualitatif

Data kualitatif dalam penelitian ini diperoleh dari kritik dan saran ahli pada lembar validasi isi, konstruk, dan soal. Analisis yang akan dilakukan adalah mengumpulkan kritik dan saran yang diterima lalu menggunakannya sebagai bahan revisi pada soal dan modul ajar yang dikembangkan. Selain dari lembar validasi, angket respons juga menghasilkan data kualitatif. Analisis yang akan dilakukan adalah mengumpulkan kritik dan saran yang diterima lalu menggunakannya sebagai bahan revisi pada modul ajar yang dikembangkan.

3.5.2 Analisis Data Kuantitatif

3.5.2.1 Analisis Data Lembar Validasi Isi dan Konstruk

Data yang diperoleh dari hasil validasi isi dan konstruk adalah penilaian validator terhadap kualitas modul ajar. Data tersebut kemudian diolah dengan menggunakan *software excel*, yaitu mengubah skor yang didapat dari setiap penilaian menjadi bentuk persen dengan menggunakan rumus persentase. Penghitungan persentase dilakukan sebagai berikut.

$$\text{Persentase} = \frac{\Sigma \text{ skor hasil pengumpulan data}}{\text{skor maksimum}} \times 100\%$$

Setelah skor dihitung menggunakan rumus di atas, maka akan diperoleh persentase yang menggambarkan validitas modul ajar yang dikembangkan. Hasil persentase terkait validitas modul ajar dapat dikategorikan sebagai berikut.

Tabel 3.12 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 |

Arikunto (2009)

3.5.2.2 Analisis Angket Respons Peserta Didik

Data yang diperoleh dari angket respons adalah penilaian peserta didik terhadap kepraktisan modul ajar yang dikembangkan. Data tersebut kemudian diolah dengan menggunakan *software excel*, yaitu mengubah skor yang didapat dari setiap penilaian menjadi bentuk persen dengan menggunakan rumus persentase. Penghitungan persentase dilakukan sebagai berikut.

$$\text{Persentase} = \frac{\Sigma \text{ skor hasil pengumpulan data}}{\text{Jumlah skor maksimum}} \times 100\%$$

Setelah skor dihitung menggunakan rumus di atas, maka akan diperoleh persentase yang menggambarkan kepraktisan modul ajar yang dikembangkan. Hasil persentase terkait kepraktisan modul ajar dapat dikategorikan sebagai berikut.

Tabel 3.13 Kategori Kepraktisan Modul Ajar

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

Riduwan & Sunarto (2013)

3.5.2.3 Analisis *Pre-test* dan *Post-test* Materi Fluida Dinamis

Teknik penskoran *pre-test* dan *post-test* menggunakan skor 1 untuk jawaban benar dan skor 0 untuk jawaban salah. Setelah nilai *pre-test* dan *post-test* diperoleh, peneliti akan melihat apakah terdapat peningkatan nilai pada peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan modul ajar. Untuk mengetahui perbedaan selisih nilai tersebut, digunakanlah uji N-Gain. Menurut Hake (dalam Sundayana, 2018), perhitungan nilai gain yang ternormalisasi dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Normal Gain} = \frac{\text{Skor posttest} - \text{Skor pretest}}{\text{Skor ideal} - \text{Skor pretest}}$$

Data dari nilai N-Gain yang diperoleh kemudian diinterpretasikan menggunakan kategori tingkat gain pada Tabel 3.14.

Tabel 3.14 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 |

Hake (dalam Sundayana, 2018)