



**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA BERBASIS STEM  
(*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS*)  
TERINTEGRASI KETERAMPILAN ABAD 21 DAN MUATAN  
KARAKTER**

**SKRIPSI**

**diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Pendidikan Fisika**

**oleh**

**Rachmat Waluyo  
4201416038**

**JURUSAN FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2020**



**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA BERBASIS STEM  
(*SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS*)  
TERINTEGRASI KETERAMPILAN ABAD 21 DAN MUATAN  
KARAKTER**

**SKRIPSI**

**diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Pendidikan Fisika**

**oleh**

**Rachmat Waluyo  
4201416038**

**JURUSAN FISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

**2020**

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Terintegrasi Keterampilan Abad 21 dan Muatan Karakter* karya Rachmat Waluyo NIM 4201416038 ini telah dipertahankan dalam Ujian Skripsi Universitas Negeri Semarang pada tanggal 22 Juli 2020 dan disahkan panitia ujian.

Semarang, 22 Juli 2020

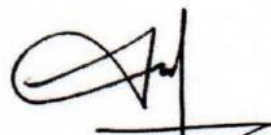
### Panitia

Ketua,




Dr. Sugianto, M.Si.  
NIP 196102191993031001  
Penguji I,


Sekretaris,




Dr. Suharto Linuwih, M.Si.  
NIP 196807141996031005  
Penguji II,



Dr. Suharto Linuwih, M.Si.  
NIP 196807141996031005  
Penguji III/Pembimbing,



Prof. Dr. Sarwi, M.Si.  
NIP 196208091987031001



Dr. Siti Wahyuni, M.Sc.  
NIP 198204072005012001

## PERNYATAAN

Dengan ini, saya

nama : Rachmat Waluyo

NIM : 4201416038

program studi : Pendidikan Fisika, S1

menyatakan bahwa skripsi berjudul Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) Terintegrasi Keterampilan Abad 21 dan Muatan Karakter benar-benar karya saya sendiri bukan jiplakan dari karya orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang atau pihak lain yang terdapat dalam skripsi ini telah dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini, saya secara pribadi siap menanggung risiko/sanksi hukum sesuai ketentuan perundang-undangan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.

Semarang, 22 Juli 2020



Rachmat Waluyo

NIM 4201416038

## PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) Terintegrasi Keterampilan Abad 21 dan Muatan Karakter.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari partisipasi dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Sugianto, M.Si., Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Suharto Linuwih, M.Si., Ketua Jurusan Fisika, Universitas Negeri Semarang.
4. Dr. Siti Wahyuni, M.Sc., dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan ide, bimbingan, saran, dan motivasi kepada penulis selama penyusunan skripsi.
5. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Fisika, Universitas Negeri Semarang.
6. Nastiti Rahayu, M.Pd., kepala SMA Negeri 1 Patikraja yang telah memberikan izin penelitian.
7. Dra. Tarsini, guru fisika SMA Negeri 1 Patikraja yang telah memberi bantuan dan arahan selama penelitian.
8. Peserta didik kelas XI MIPA 3 dan XI MIPA 5 SMA Negeri 1 Patikraja tahun ajaran 2019/2020 yang telah berpartisipasi menjadi subjek penelitian.
9. Keluarga tercinta yang telah memberikan doa, dukungan, dan semangat untuk kesuksesan penulis.
10. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan selama proses penyusunan skripsi.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan untuk

perbaikan pada kesempatan lain. Semoga skripsi ini memberikan manfaat bagi penulis khususnya, lembaga, masyarakat, dan pembaca pada umumnya.

Semarang, 22 Juli 2020

Penulis

## ABSTRAK

Waluyo, Rachmat. (2020). *Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Terintegrasi Keterampilan Abad 21 dan Muatan Karakter*. Skripsi, Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Dr. Siti Wahyuni, M.Sc.

**Kata Kunci:** bahan ajar, STEM, keterampilan abad 21, karakter.

Salah satu upaya pemerintah untuk meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia yaitu melalui pengembangan bahan ajar sebagai penunjang proses pembelajaran. Namun, bahan ajar yang tersedia pada saat ini rata-rata masih berpusat pada materi, latihan soal, dan masih jarang disisipi keterampilan abad 21 dan nilai-nilai karakter. Hal tersebut tidak selaras dengan standar kompetensi lulusan peserta didik dan tujuan Kurikulum 2013 tentang keterampilan abad 21 yang harus dimiliki peserta didik dan pendidikan karakter. Peningkatan penanaman keterampilan abad 21 dan karakter pada bahan ajar dapat dilakukan melalui pendekatan STEM. Hal ini dikarenakan pendekatan STEM merupakan pendekatan yang menekankan pada interdisiplin ilmu dalam proses pembelajaran, yang didalamnya terdapat subjek sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam konteks nyata yang menghubungkan antara sekolah, dunia kerja, dan dunia global, sehingga mempersiapkan peserta didik yang memiliki keterampilan abad 21, berkarakter, dan pemecah masalah. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik, mengidentifikasi kelayakan, keterbacaan, dan respons peserta didik terhadap bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter.

Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* dengan prosedur penelitian diadaptasi dari langkah-langkah penelitian dan pengembangan oleh Borg & Gall yang dimodifikasi menjadi tujuh langkah, yaitu: 1) penelitian dan pengumpulan informasi; 2) perencanaan; 3) pengembangan produk awal; 4) uji coba awal; 5) revisi awal produk; 6) uji lapangan operasional; dan 7) revisi akhir produk. Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri 1 Patikraja. Subjek penelitian ini meliputi dosen ahli materi dan dosen ahli media, guru fisika SMA Negeri 1 Patikraja, serta peserta didik kelas XI MIPA 3 dan kelas XI MIPA 5 SMA Negeri 1 Patikraja. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan beberapa cara yaitu wawancara, tes, dan angket.

Karakteristik bahan ajar yang dikembangkan berisi materi fluida yang dilengkapi dengan aktivitas diskusi, praktikum, dan proyek yang dikaitkan dengan aspek-aspek STEM serta diintegrasikan dengan keterampilan abad 21 dan nilai-nilai karakter. Hasil uji kelayakan menyatakan bahan ajar yang dikembangkan memenuhi kriteria sangat layak. Hasil uji keterbacaan menyatakan bahan ajar yang dikembangkan termasuk dalam kriteria mudah dipahami. Hasil penilaian respons peserta didik terhadap bahan ajar didapatkan respons dalam kriteria sangat baik untuk digunakan oleh peserta didik kelas XI MIPA SMA/MA sebagai sumber belajar pendukung dalam proses pembelajaran materi fluida.

## **ABSTRACT**

Waluyo, Rachmat. (2020). *Development of Physics Teaching Materials Based on STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Integrated 21<sup>st</sup> Century Skills and Character Values*. Bachelor Thesis, Physics Education, Faculty of Mathematics and Natural Sciences Universitas Negeri Semarang. Advisor Dr. Siti Wahyuni, M.Sc.

**Key Words:** teaching materials, STEM, 21<sup>st</sup> century skills, character.

One of many efforts from the government to improve the quality of education in Indonesia is developing the teaching materials to support the learning process. However, the teaching materials currently available are mostly centred on text-book and tasks. Moreover, it is rarely implanted with 21<sup>st</sup> century skills and character values. These are not in line with the competency standards of graduate-high school students and the goals of the 2013 curriculum regarding 21<sup>st</sup> century skill that students must possess and character education. Improving the refinement of 21<sup>st</sup> century skill and characters in teaching materials can be done through the STEM approach. This is due to STEM is an approach that emphasizes interdisciplinary science in the learning process, in which there are subjects of science, technology, engineering and mathematics in a real context that connects schools, the world of work and the global world, thus preparing students who have skills, characters, and problem solver of 21<sup>st</sup> century. This study aims to describe the characteristics and to identify feasibility, readability, and students' responses to STEM-based physics teaching materials integrated 21<sup>st</sup> century skills and character values.

The method used in this research is Research and Development procedures adapted from Borg & Gall which are modified into seven steps, namely: 1) research and information collecting; 2) planning; 3) develop preliminary form of product; 4) preliminary field testing; 5) main product revision; 6) operational field testing; and 7) final product revisions. The research was conducted at SMA Negeri 1 Patikraja. The subjects of this research include lecturers of material and media experts, physics teacher of SMA Negeri 1 Patikraja as well as students of XI MIPA 3 and XI MIPA 5. Data collection techniques in this study were carried out in several ways, specifically interviews, tests, and questionnaires.

The characteristics of the developed teaching materials contain fluid information that is complemented by discussion, practicum, and project activities that are related to STEM aspects and also integrated with 21<sup>st</sup> century skills and character values. The results of the feasibility test state that the developed teaching materials meet the very feasible criteria. The readability test results state that the developed teaching materials are included in the criteria that are easy to understand. The results of the assessment of students' responses to teaching materials show that it is in an excellent criteria to be used by second year student of high school as a supporting learning source in fluid subject learning process.



## DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL .....	i
PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN .....	iii
MOTO DAN PERSEMBAHAN .....	iv
PRAKATA .....	v
ABSTRAK .....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvi
<b>BAB</b>	
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
1.5 Batasan Masalah .....	7
1.6 Penegasan Istilah .....	7
1.6.1 Pengembangan .....	7
1.6.2 Bahan Ajar .....	7
1.6.3 Pendekatan STEM .....	7
1.6.4 Keterampilan Abad 21 .....	7
1.6.5 Karakter .....	8
1.6.6 Fluida .....	8
1.7 Sistematika Penulisan Skripsi .....	8
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Bahan Ajar .....	10
2.1.1 Pengertian Bahan Ajar .....	10
2.1.2 Tujuan, Fungsi, dan Manfaat Bahan Ajar .....	10
2.1.3 Jenis dan Karakteristik Bahan Ajar .....	11
2.1.4 Penyusunan Bahan Ajar .....	12
2.2 Pendekatan <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i> (STEM) .....	13
2.2.1 Sejarah dan Tujuan Terbentuknya STEM .....	13
2.2.2 Subjek STEM .....	14
2.2.3 Metode Penerapan Pendekatan STEM .....	15
2.3 Keterampilan Abad 21 .....	17
2.3.1 <i>Critical Thinking and Problem Solving</i> .....	18
2.3.2 <i>Communication</i> .....	19
2.3.3 <i>Collaboration</i> .....	19
2.3.4 <i>Creativity and Innovation</i> .....	19
2.4 Karakter .....	20

2.5	Tinjauan Materi .....	22
2.5.1	Fluida Statis .....	22
2.5.2	Fluida Dinamis .....	29
2.6	Kerangka Berpikir .....	31
III.	METODE PENELITIAN	
3.1	Waktu dan Lokasi Penelitian .....	34
3.2	Subjek Penelitian .....	34
3.3	Jenis Penelitian .....	34
3.4	Prosedur Penelitian .....	34
3.4.1	Penelitian dan Pengumpulan Informasi ( <i>Research and Information Collecting</i> ) .....	35
3.4.2	Perencanaan ( <i>Planning</i> ) .....	36
3.4.3	Pengembangan Produk Awal ( <i>Develop Preliminary Form of Product</i> ) .....	36
3.4.4	Uji Coba Awal ( <i>Preliminary Field Testing</i> ) .....	37
3.4.5	Revisi Produk Utama ( <i>Main Product Revision</i> ) .....	37
3.4.6	Uji Lapangan Operasional ( <i>Operational Field Testing</i> ) .....	37
3.4.7	Revisi Produk Akhir ( <i>Final Product Revision</i> ) .....	38
3.5	Metode Pengumpulan Data .....	38
3.5.1	Metode Wawancara .....	38
3.5.2	Metode Angket .....	39
3.5.3	Metode Tes .....	39
3.6	Analisis Data Penelitian .....	39
3.6.1	Analisis Instrumen Tes Rumpang .....	39
3.6.2	Analisis Kelayakan Bahan Ajar .....	39
3.6.3	Analisis Keterbacaan Bahan Ajar .....	41
3.6.4	Analisis Angket Respons Peserta Didik .....	41
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	Karakteristik Bahan Ajar .....	43
4.2	Instrumen Penelitian .....	63
4.3	Kelayakan Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM .....	63
4.3.1	Aspek Kelayakan Isi .....	65
4.3.2	Aspek Kelayakan Penyajian .....	73
4.3.3	Aspek Kelayakan Kebahasaan .....	77
4.3.4	Aspek Kelayakan Kegrafikan .....	82
4.4	Keterbacaan Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM .....	85
4.5	Respons Peserta Didik terhadap Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM ....	86
4.5.1	Aspek Tampilan Bahan Ajar .....	87
4.5.2	Aspek Tata Bahasa dan Susunan Kalimat .....	88
4.5.3	Aspek Isi .....	89
4.5.4	Aspek Penggunaan .....	91
4.5.5	Aspek Fungsi .....	91
4.6	Wawancara Respons Peserta Didik terhadap Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM .....	93
4.6.1	Hasil Wawancara Pertama .....	94
4.6.2	Hasil Wawancara Kedua .....	96
4.6.3	Hasil Wawancara Ketiga .....	98

4.6.4 Hasil Wawancara Keempat .....	100
4.6.5 Hasil Wawancara Kelima .....	102
4.6.6 Hasil Wawancara Keenam .....	103
4.7 Kendala Penelitian .....	106
V. PENUTUP	
5.1 Simpulan .....	108
5.2 Saran .....	108
DAFTAR PUSTAKA .....	109
LAMPIRAN .....	117

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Skala <i>Likert</i> Angket Uji Kelayakan .....	40
3.2 Kriteria Kelayakan Bahan Ajar .....	40
3.3 Kriteria Tingkat Keterbacaan Bahan Ajar .....	41
3.4 Skala <i>Likert</i> Angket Respons Peserta Didik .....	42
3.5 Kriteria Respons Peserta Didik.....	42
4.1 Rekapitulasi Hasil Uji Kelayakan Bahan Ajar oleh Validator .....	64
4.2 Rekapitulasi Hasil Uji Kelayakan Bahan Ajar Tiap Aspek .....	64
4.3 Hasil Analisis Aspek Kelayakan Isi .....	65
4.4 Hasil Analisis Sub Aspek Kesesuaian Materi .....	66
4.5 Hasil Analisis Sub Aspek Keakuratan Materi .....	67
4.6 Hasil Analisis Sub Aspek Kemutakhiran Materi .....	67
4.7 Hasil Analisis Sub Aspek Berbasis STEM .....	68
4.8 Hasil Analisis Sub Aspek Pengintegrasian Keterampilan Abad 21 .....	69
4.9 Hasil Analisis Sub Aspek Pengintegrasian Nilai Karakter .....	70
4.10 Saran Validator untuk Aspek Kelayakan Isi.....	70
4.11 Hasil Analisis Aspek Kelayakan Penyajian .....	73
4.12 Hasil Analisis Sub Aspek Teknik Penyajian .....	73
4.13 Hasil Analisis Sub Aspek Penyajian Pembelajaran .....	74
4.14 Hasil Analisis Sub Aspek Kelengkapan Penyajian .....	75
4.15 Saran Validator untuk Aspek Kelayakan Penyajian .....	76
4.16 Hasil Analisis Aspek Kelayakan Kebahasaan .....	78
4.17 Hasil Analisis Sub Aspek Keterbacaan .....	78
4.18 Saran Validator untuk Aspek Kelayakan Kebahasaan .....	79
4.19 Hasil Analisis Aspek Kelayakan Kegrafikan .....	82
4.20 Hasil Analisis Sub Aspek Desain Kover Bahan Ajar .....	83
4.21 Saran Validator untuk Aspek Kelayakan Kegrafikan .....	84
4.22 Hasil Uji Keterbacaan Bahan Ajar .....	85
4.23 Hasil Penilaian Angket Respons Peserta Didik .....	87
4.24 Hasil Analisis Aspek Tampilan Bahan Ajar .....	87

4.25 Hasil Analisis Aspek Isi .....	89
4.26 Hasil Analisis Aspek Fungsi .....	91

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Ilustrasi Penggunaan Pendekatan STEM pada Pembelajaran Fisika .....	16
2.2 Skema keterampilan pengetahuan abad 21 .....	18
2.3 Ilustrasi Sistem Dongkrak Hidrolik .....	24
2.4 Jarum Terapung di Atas Permukaan Zat Cair .....	25
2.5 (a) Permukaan Cembung. (b) Permukaan Cekung .....	27
2.6 Tabung Alir (Luas Penampang $A_1$ Lebih Besar dari $A_2$ ) .....	29
2.7 Tabung Alir (Persamaan Bernoulli) .....	30
2.8 Kerangka Berpikir .....	33
3.1 Alur Penelitian .....	35
4.1 Bagian Kover Bahan Ajar .....	45
4.2 Bagian Prakata Bahan Ajar .....	46
4.3 Bagian Profil Singkat Bahan Ajar .....	46
4.4 Bagian Daftar Isi Bahan Ajar .....	47
4.5 Bagian Petunjuk Penggunaan Bahan Ajar .....	47
4.6 Bagian Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi Bahan Ajar .....	48
4.7 Bagian Peta Konsep Bahan Ajar .....	48
4.8 Bagan Keterkaitan Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM dengan Keterampilan Abad 21 (4C) dan Nilai-Nilai Karakter .....	50
4.9 Bagian Pendahuluan Bahan Ajar .....	55
4.10 Bagian Konten “Ayo, Belajar!” pada Bahan Ajar .....	56
4.11 Bagian Konten “Ayo, Mengamati!” pada Bahan Ajar .....	56
4.12 Bagian Uraian Materi Bahan Ajar .....	57
4.13 Bagian Konten “Ayo, Cobalah!” pada Bahan Ajar .....	57
4.14 Bagian Konten “Rubrik STEM” pada Bahan Ajar .....	58
4.15 Bagian Konten “Ayo, Diskusi!” pada Bahan Ajar .....	58
4.16 Bagian Konten “Ayo, Berproyek!” pada Bahan Ajar .....	59
4.17 Bagian Konten “Nilai Karakter” pada Bahan Ajar .....	59
4.18 Bagian Konten “Contoh Soal” pada Bahan Ajar .....	59

4.19	Bagian Konten “Tokoh Kita” pada Bahan Ajar .....	60
4.20	Bagian Konten “Uji Kompetensi” pada Bahan Ajar .....	60
4.21	Bagian Rangkuman Bahan Ajar .....	61
4.22	Bagian Glosarium Bahan Ajar .....	62
4.23	Bagian Daftar Pustaka Bahan Ajar .....	62
4.24	Penambahan Penjelasan Mengenai Pembelajaran Berbasis STEM, Keterampilan Abad 21 (4C), dan Nilai-Nilai Karakter dalam “Profil Singkat Bahan Ajar” .....	71
4.25	Penjelasan Mengenai Posisi Benda Melayang dan Tenggelam pada Bagian Sub Bab Hukum Archimedes (a) Sebelum dan (b) Sesudah Dilakukan Perbaikan .....	72
4.26	Penyeragaman jarak antara gambar dan materi (a) sebelum dan (b) sesudah dilakukan perbaikan .....	76
4.27	Pengertian pada Bagian Glosarium (a) Sebelum dan (b) Sesudah Dilakukan Perbaikan .....	77
4.28	Perbaikan terhadap Kesalahan Pengetikan (a) Sebelum dan (b) Sesudah Dilakukan Perbaikan .....	80
4.29	Konsistensi Penggunaan dan Penulisan Huruf “ <i>p</i> ” untuk Tekanan dan Huruf “ <i>P</i> ” untuk Daya. (a) Sebelum dan (b) Sesudah Dilakukan Perbaikan .....	81
4.30	Penambahkan Nama Penulis pada Bagian Kover Bahan Ajar (a) Sebelum dan (b) Sesudah Dilakukan Perbaikan .....	84

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil Wawancara Analisis Kebutuhan Bahan Ajar .....	118
2. Analisis Kompetensi Inti (KI), Kompetensi Dasar (KD), dan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) .....	122
3. Pemetaan Materi Bahan Ajar .....	124
4. Instrumen Uji Kelayakan .....	125
5. Hasil Validasi Kelayakan Bahan Ajar oleh Validator .....	134
6. Analisis Hasil Uji Kelayakan .....	142
7. Instrumen Uji Keterbacaan .....	147
8. Analisis Hasil Uji Keterbacaan .....	156
9. Instrumen Respons Peserta Didik terhadap Bahan Ajar .....	162
10. Analisis Hasil Respons Peserta Didik terhadap Bahan Ajar .....	167
11. Hasil Wawancara dengan Beberapa Peserta Didik .....	176
12. Contoh Produk Bahan Ajar yang Dikembangkan .....	184
13. Surat Izin Penelitian .....	190



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pendidikan merupakan salah satu aset yang sangat penting bagi keberlangsungan dan kemajuan suatu bangsa terutama untuk mempersiapkan generasi yang mampu bersaing di abad 21. Menurut Trilling & Fadel (2009, h. 49) seseorang yang dapat menghadapi tantangan pada abad ke-21 harus memiliki kecakapan hidup dan berkarir (*life and career skills*), kecakapan belajar dan berinovasi (*learning and innovation skills*), dan kecakapan media informasi dan teknologi (*information media and technology skills*). Hal ini sejalan dengan pernyataan *National Education Association/NEA* (2012, h. 5), bahwa jika peserta didik ingin bersaing di era global maka mereka harus memiliki kemampuan pada subjek *learning and innovation skills-4C* dideskripsikan sebagai keterampilan *critical thinking* (berpikir kritis), *communication* (komunikasi), *collaboration* (kolaborasi), *creativity* (kreatifitas/berpikir kreatif). Subjek tersebut harus dimiliki oleh peserta didik pada tingkat pendidikan dasar hingga menengah. Menurut Rotherham & Willingham (2009) sekolah seharusnya dapat membekali peserta didik dengan berbagai kompetensi kecakapan abad 21, sehingga peserta didik mampu menerapkan dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan survei TIMSS (*Trends in International Mathematics and Science Study*) 2015 menyatakan bahwa rata-rata prestasi nilai sains peserta didik di Indonesia berada di bawah nilai rata-rata internasional dan secara umum di bawah standar internasional yaitu memperoleh 397 poin dengan peringkat 45 dari 48 negara yang berpartisipasi (IEA, 2016). Soal TIMSS merupakan ciri karakteristik dari soal berpikir tingkat tinggi sebagaimana keterampilan berpikir kritis, keterampilan berpikir logis, dan keterampilan bernalar. Peserta didik yang tidak dapat menyelesaikan soal-soal TIMSS cenderung memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi yang rendah (Tajudin & Chinnappan, 2016). Hasil yang serupa juga diperoleh dari survei prestasi nilai sains yang dilakukan oleh PISA

(*Programme for International Student Assessment*) tahun 2018 menunjukkan bahwa pencapaian prestasi sains peserta didik di Indonesia berada pada peringkat 71 dari 79 negara yang dievaluasi dengan nilai 396 dari nilai rata-rata 489 (OECD, 2019, h. 18). Berdasarkan hasil penelitian dari Kurniati *et al.* (2016) menunjukkan bahwa soal PISA dapat digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi (*high order thinking skills*) sehingga peserta didik yang tidak dapat menyelesaikan soal PISA dengan baik diindikasikan memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi yang rendah. Brookhart (2010, h. 14) menyatakan bahwa indikator kemampuan berpikir tingkat tinggi meliputi kemampuan logika dan penalaran (*logic and reasoning*), analisis (*analysis*), evaluasi (*evaluation*), kreasi (*creation*), pemecahan masalah (*problem solving*), dan pengambilan keputusan (*judgement*). Berdasarkan hasil survei di atas dapat disimpulkan bahwa keterampilan abad 21 terutama pada aspek berpikir kritis, kreatif, dan pemecahan masalah peserta didik di Indonesia masih tergolong rendah khususnya dalam subjek sains dan matematika.

Beberapa negara maju seperti Amerika Serikat berupaya meningkatkan keterampilan abad 21 melalui pengembangan pendidikan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) (Sahin *et al.*, 2014; Bybee, 2013, h. 38; Kennedy & Odell, 2014). Hasil penelitian Yıldırım & Altun (2015) menunjukkan bahwa pendekatan STEM dapat mengarahkan pada pembelajaran yang efektif dan berkualitas, mengaitkan dengan pengalaman kehidupan sehari-hari, dan mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Pembelajaran dengan pendekatan STEM merupakan pembelajaran yang mengintegrasikan subjek sains, teknologi, *engineering*, dan matematika yang diharapkan mampu membantu kesuksesan keterampilan abad 21. Disamping itu, integrasi aspek-aspek STEM juga dapat mendorong peningkatan hasil belajar peserta didik. Hal tersebut didukung oleh Becker & Park (2011) menyatakan bahwa hasil belajar peserta didik dalam bidang sains dan teknologi dapat ditingkatkan melalui integrasi aspek-aspek STEM dalam pembelajaran. Menurut Morison (2006, h. 2-3) manfaat pendekatan STEM adalah membuat peserta didik menjadi pemecah masalah, penemu, inovator, mampu mandiri, pemikir yang logis, melek teknologi, mampu menghubungkan

budaya dan sejarahnya dengan pendidikan, dan mampu menghubungkan pendekatan STEM dengan dunia kerja. Penggunaan pendekatan STEM pada pembelajaran dapat diterapkan dalam bentuk model, bahan ajar, atau LKS dan dapat meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik (Chien & Lajjum, 2016; Fitriani *et al.*, 2017).

Upaya demi upaya terus dilakukan guna meningkatkan kualitas pendidikan di negara Indonesia. Salah satunya melalui perubahan kurikulum pendidikan nasional mulai dari Kurikulum *Rentjana Pelajaran* 1947 dilanjutkan Kurikulum KTSP pada tahun 2006 hingga Kurikulum 2013 Revisi yang digunakan sampai saat ini. Fokus utama dari Kurikulum 2013 adalah keaktifan peserta didik dan pendidikan karakter. Pendidikan karakter menjadi salah satu tujuan pendidikan nasional yaitu membentuk dan menyiapkan peserta didik menjadi pribadi yang tidak hanya mampu dalam aspek kognitif semata, namun juga menguasai aspek keterampilan dan karakter positif sesuai norma agama, bangsa, dan masyarakat (Arifin, 2018). Melalui Kurikulum 2013 yang diterapkan saat ini, kompetensi yang diharapkan setelah mempelajari fisika di Sekolah Menengah Atas adalah menjalani kehidupan dengan sikap positif dengan daya pikir kritis, kreatif, inovatif, dan kolaboratif, disertai kejujuran dan keterbukaan, berdasarkan potensi proses pada produk, serta memahami dampak perkembangan terhadap teknologi (Kemendikbud, 2016). Berdasarkan uraian diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa Kurikulum 2013 yang diterapkan saat ini menuntut keterampilan abad 21, yaitu proses belajar mengajar sains yang menekankan peserta didik aktif dan menggunakan pendekatan ilmiah. Berdasarkan kesesuaian antara tujuan pembelajaran berpendekatan STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter dengan tujuan pembelajaran di sekolah menengah yang tercantum dalam Kurikulum 2013 maka dapat disimpulkan bahwa pembelajaran Kurikulum 2013 memberi ruang bagi pengembangan dan pelaksanaan pendidikan berbasis STEM untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, inovasi, dan kemampuan memecahkan masalah serta pengembangan karakter peserta didik.

Salah satu upaya pemerintah untuk meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia menurut Bappenas (2013, h. 6-13), yaitu melalui pengembangan bahan ajar sebagai penunjang proses pembelajaran. Bahan ajar perlu dikembangkan karena dapat mendukung guru dalam menyampaikan materi pada proses pembelajaran. Kualitas dan standar bahan ajar yang baik akan membantu peserta didik untuk mencapai kompetensi sesuai tuntutan kurikulum dengan syarat bahan ajar harus memiliki susunan yang teratur, sistematis, gaya bahasanya mudah dipahami, kaya akan informasi, dan mengaitkan antara materi yang diajarkan dengan keadaan nyata sehingga dapat membantu peserta didik memahami materi pelajaran (Satriawan & Rosmiati, 2016; Yusfiani & Situmorang, 2011). Hal ini selaras dengan hasil penelitian Ariyani & Wangid (2016) yang menyatakan bahwa melalui inovasi bahan ajar yang dikembangkan dapat menanamkan karakter-karakter tertentu dalam diri peserta didik.

Berdasarkan penelitian Onasanya & Omosewo (2011), bahan ajar dapat digunakan sebagai media untuk berinteraksi antara guru dengan peserta didik. Hal tersebut selaras dengan hasil penelitian Al Azri & Als-Rashdi (2014) yang menyatakan bahwa penggunaan bahan ajar dapat memperlancar dan memudahkan proses pembelajaran di kelas, terutama dalam hal penyampaian materi. Menurut Yuliati (2013) bahan ajar yang terintegrasi dengan suatu model pembelajaran dapat mendorong peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Selain itu, berdasarkan penelitian Ginting (2012), bahan ajar juga efektif untuk meningkatkan hasil belajar. Menurut Widayoko *et al.* (2018), untuk menghadapi tuntutan perkembangan zaman diperlukan bahan ajar yang dapat membantu peserta didik dalam memahami materi beserta aplikasinya dalam teknologi dan mengarahkan pada rasa ingin tahu peserta didik dalam mendesain teknologi dengan konsep yang sedang dipelajari sehingga peserta didik memiliki wawasan yang luas. Dalam hal ini berarti bahan ajar tidak hanya berorientasi pada materi dan latihan soal. Bahan ajar seharusnya berorientasi pada permasalahan lingkungan sekitar serta aplikasi teknologi menggunakan pendekatan STEM serta diintegrasikan dengan pengembangan berpikir kritis, kreativitas, inovasi, dan keterampilan memecahkan masalah serta pengembangan karakter peserta didik. Pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM juga

menyediakan pengalaman melalui kegiatan pembelajaran berbasis proyek yang bertujuan untuk melatih keterampilan pemecahan masalah pada kehidupan nyata dalam rangka mengembangkan pengalaman, keterampilan hidup, dan kreativitas untuk inovasi (Kristiani *et al.*, 2017; Ismayani, 2016).

Berdasarkan hasil observasi di SMA Negeri 1 Patikraja diperoleh informasi bahwa sumber belajar peserta didik adalah buku paket dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang beredar di pasaran. Hasil observasi yang dilakukan di SMA Negeri 1 Patikraja dan tiga toko buku di daerah Banyumas menunjukkan bahwa bahan ajar yang beredar rata-rata berpusat pada materi dan latihan soal. Selain itu, hasil wawancara yang dilakukan terhadap peserta didik juga didapati bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam belajar karena bahan ajar yang terbatas di perpustakaan. Berdasarkan permasalahan di atas, memberikan gambaran umum tentang urgensi akan kebutuhan sumber belajar yang mendukung pembelajaran fisika dalam upaya peningkatan keterampilan abad 21 dan karakter peserta didik. Oleh karena itu, diperlukan bahan ajar fisika berbasis STEM untuk meningkatkan keterampilan abad 21 dan karakter peserta didik di SMA/MA.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut.

- 1) Bagaimana karakteristik bahan ajar fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter?
- 2) Bagaimana tingkat kelayakan bahan ajar fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter?
- 3) Bagaimana tingkat keterbacaan bahan ajar fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter?
- 4) Bagaimana respons peserta didik terhadap bahan ajar fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

- 1) Untuk mendeskripsikan karakteristik bahan ajar fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter.
- 2) Untuk mengidentifikasi tingkat kelayakan bahan ajar fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter.
- 3) Untuk mengidentifikasi tingkat keterbacaan bahan ajar fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter.
- 4) Untuk mengidentifikasi respons peserta didik terhadap bahan ajar fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Bagi peserta didik, sebagai referensi sumber belajar yang mengaitkan materi dengan sains, teknologi, *engineering*, dan matematika sehingga dapat meningkatkan prestasi hasil belajar kognitif peserta didik. Selain itu juga dapat meningkatkan keterampilan/*life skill* abad 21 dan karakter peserta didik sehingga peserta didik lebih termotivasi untuk belajar.
- b. Bagi guru, sebagai referensi bahan ajar berbasis STEM yang dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran, untuk meningkatkan prestasi hasil belajar kognitif, keterampilan abad 21, dan karakter peserta didik.
- c. Bagi mahasiswa, sebagai sarana untuk melatih kompetensi dalam pembuatan bahan ajar berbasis STEM.

## 1.5 Batasan Masalah

Masalah dalam penelitian ini berfokus pada:

- 1) Bahan ajar yang dikembangkan adalah bahan ajar fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) terintegrasi keterampilan abad 21 berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan berpikir kreatif serta muatan karakter religius, rasa ingin tahu, disiplin, dan peduli sosial.
- 2) Pokok bahasan yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah materi fluida.

## 1.6 Penegasan Istilah

### 1.6.1 Pengembangan

Definisi pengembangan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah proses, cara, dan perbuatan mengembangkan. Sugiyono (2017, h. 5) menyatakan bahwa pengembangan berarti memperdalam dan memperluas pengetahuan yang telah ada.

### 1.6.2 Bahan Ajar

Bahan ajar merupakan segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru atau instruktur dalam melaksanakan proses pembelajaran di kelas (Prastowo, 2015, h. 16).

### 1.6.3 Pendekatan STEM

STEM merupakan akronim dari *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Pendekatan STEM merupakan pendekatan yang menekankan pada interdisiplin ilmu dalam proses pembelajaran, yang didalamnya terdapat subjek sains, teknologi, *engineering*, dan matematika dalam situasi nyata yang menghubungkan antara sekolah, dunia kerja, dan dunia global, sehingga mempersiapkan peserta didik untuk menjadi kreatif dan inovatif, pemecah masalah, peneliti, insinyur, dan desainer (Chesky & Wolfmeyer, 2015, h. 3; Kumtepe & Kumtepe, 2015).

### 1.6.4 Keterampilan Abad 21

Menurut Trilling & Fadel (2009, h. 49) keterampilan abad 21 terdiri dari *life and career skills, learning and innovation skills*, dan *information media and*

*technology skills*. Keterampilan abad 21 yang dikembangkan mengacu pada *Partnership for 21st Century Skills* (P21) yang dibatasi pada keterampilan *learning and innovation skills* yaitu “*The 4Cs*” atau *critical thinking, communication, collaboration, and creativity*.

### **1.6.5 Karakter**

Pengertian karakter dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah sifat-sifat kejiwaan; akhlak atau budi pekerti yang membedakan seseorang dari yang lain; tabiat; watak. Karakter merupakan nilai-nilai unik-baik yang tertanam dalam diri dan diterapkan dalam perilaku serta digunakan sebagai dasar untuk bernalars, bersikap, dan bertindak (Kemdiknas, 2010, h. 3).

### **1.6.6 Fluida**

Fluida adalah zat yang dapat mengalir dan menyesuaikan diri dengan bentuk wadah apapun dimana fluida ditempatkan. Istilah fluida menunjuk pada zat cair dan zat gas (Halliday *et al.*, 2010, h. 387).

## **1.7 Sistematika Penulisan Skripsi**

Susunan skripsi ini terdiri atas tiga bagian yaitu bagian awal, bagian isi, dan bagian akhir skripsi.

### **1) Bagian Pendahuluan**

Bagian pendahuluan skripsi terdiri atas halaman judul, halaman pengesahan, pernyataan, moto dan persembahan, kata pengantar, abstrak, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran.

### **2) Bagian Isi**

Bagian isi skripsi terdiri atas lima bab, yaitu:

#### **Bab I : Pendahuluan**

Pada Bab I berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, pembatasan masalah, penegasan istilah, dan sistematika penulisan skripsi.



**Bab II : Tinjauan Pustaka**

Bagian Bab II ini berisi teori-teori yang mendukung untuk digunakan dalam penulisan skripsi ini, tinjauan materi, dan kerangka berpikir.

**Bab III : Metode Penelitian**

Pada Bab III ini berisi tentang waktu dan lokasi penelitian, subjek penelitian, jenis penelitian, prosedur penelitian, instrumen penelitian, analisis instrumen penelitian, dan metode analisis data.

**Bab IV : Hasil dan Pembahasan**

Pada Bab IV ini berisi hasil penelitian serta pembahasannya.

**Bab V : Penutup**

Pada Bab V ini berisi simpulan dari hasil penelitian dan pembahasan, serta saran-saran yang perlu disampaikan untuk pembaca atau peneliti selanjutnya.

**3) Bagian Akhir**

Bagian Akhir skripsi berisi daftar pustaka dan lampiran.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Bahan Ajar**

##### ***2.1.1 Pengertian Bahan Ajar***

Kegiatan pembelajaran dapat berjalan baik jika didukung dengan perangkat pembelajaran yang baik pula, salah satunya yaitu sumber belajar (bahan ajar). Bahan ajar merupakan salah satu jenis sumber belajar berupa (fakta, konsep, prinsip, atau prosedur) yang dapat dimanfaatkan guru sebagai sarana pembelajaran dalam menjalankan tugasnya sebagai pendidik (Ismawati, 2016; Nugraha *et al.*, 2013). Menurut Nurzaelani *et al.* (2018) bahan ajar merupakan salah satu komponen dasar dalam sistem pembelajaran yang dapat digunakan untuk menentukan ketercapaian tujuan pembelajaran. Selain itu, pembelajaran menggunakan bahan ajar dapat membantu meningkatkan efektivitas dan produktivitas pembelajaran (Aisyah *et al.*, 2017) serta dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik (Khamidah *et al.*, 2019). Menurut Prastowo (2015, h. 50), suatu bahan ajar minimal memuat komponen-komponen berikut: (1) petunjuk belajar (petunjuk peserta didik dan guru); (2) kompetensi dalam kurikulum yang akan dicapai; (3) informasi pendukung; (4) latihan-latihan; (5) petunjuk kerja misalnya Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD); dan (6) evaluasi.

##### ***2.1.2 Tujuan, Fungsi, dan Manfaat Bahan Ajar***

Penyusunan bahan ajar memiliki tujuan diantaranya: (1) menyediakan bahan bahan ajar yang sesuai dengan ketentuan kurikulum dengan memperhatikan kebutuhan peserta didik, yaitu bahan ajar yang sesuai dengan karakteristik dan lingkungan sosial peserta didik; (2) membantu peserta didik dalam mendapat preferensi sumber belajar disamping buku-buku teks yang terkadang sulit untuk diperoleh; dan (3) memudahkan guru dalam menjalankan proses pembelajaran (Depdiknas, 2008). Adapun fungsi bahan ajar menurut Nurdyansyah & Mutala'iah (2018) yaitu: (1) sebagai pedoman bagi guru yang akan mengarahkan semua aktivitasnya dalam proses pembelajaran; (2) sebagai pedoman bagi peserta didik

yang akan mengarahkan semua aktivitasnya dalam proses pembelajaran; (3) alat evaluasi pencapaian/penguasaan hasil pembelajaran; (4) membantu guru dalam kegiatan pembelajaran; (5) membantu peserta didik dalam proses belajar; (6) sebagai perlengkapan pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran; dan (7) menciptakan suasana pembelajaran yang kondusif. Selain itu, penyusunan bahan ajar diharapkan dapat memberikan manfaat bagi guru dan peserta didik. Manfaat bahan ajar bagi guru diantaranya: (1) meningkatkan produktivitas guru dalam menyusun bahan ajar yang lebih sistematis dan dilandasi dengan penelitian; (2) lebih memantapkan pembelajaran melalui bahan ajar yang sesuai dengan ketentuan kurikulum dan kebutuhan belajar peserta didik; dan (3) mengurangi beban guru dalam menyajikan informasi sehingga mampu menciptakan pembelajaran yang efektif antara guru dengan peserta didik. Manfaat bahan ajar bagi peserta didik, seperti: (1) mendapat kemudahan dalam mempelajari setiap kompetensi yang harus dikuasainya; (2) memberikan kesempatan untuk belajar secara seketika dan mengurangi ketergantungan terhadap kehadiran guru, dan (3) kegiatan pembelajaran menjadi lebih menarik dan mendalam melalui penyajian informasi yang mampu menembus batas geografis (Daryanto, 2016, h. 336-337). Berdasarkan tujuan dan fungsi bahan ajar di atas hendaknya dalam penyusunan bahan ajar dirancang sesuai dengan kaidah pembelajaran, yaitu disesuaikan dengan materi pembelajaran, disusun berdasarkan kebutuhan pembelajaran, dan terdapat bahan evaluasi, serta bahan ajar tersebut diharapkan mampu menarik minat peserta didik untuk mempelajarinya.

### **2.1.3 Jenis dan Karakteristik Bahan Ajar**

Menurut Prastowo (2015, h. 40-42), berdasarkan bentuknya terdapat 2 jenis bahan ajar, yaitu bahan ajar cetak (*printed*) dan bahan ajar non cetak. Contoh dari bahan ajar cetak seperti buku, *handout*, LKPD, modul, dan poster. Bahan ajar non cetak contohnya seperti video pembelajaran, program audio pembelajaran, dan bahan ajar daring lainnya yang dapat diperoleh melalui internet. Jenis-jenis bahan ajar tersebut digunakan untuk membantu proses pembelajaran. Bahan ajar yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah bahan ajar cetak dalam bentuk buku.

Perancangan bahan ajar menjadi hal yang sangat penting dalam proses pembelajaran guna menghasilkan bahan ajar yang dapat meningkatkan minat dan hasil belajar peserta didik. Selain itu, dalam pengembangan bahan ajar juga harus memperhatikan karakteristik bahan ajar. Adapun karakteristik bahan ajar tersebut meliputi: (1) *self instructional* (bahan ajar yang memberikan kesempatan peserta didik untuk belajar secara mandiri); (2) *self contained* (bahan ajar memuat seluruh materi pembelajaran) (3) *stand alone* (bahan ajar tidak harus digunakan bersama dengan bahan ajar lain); (4) adaptif (bahan ajar memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi); dan (5) *user friendly* (bahan ajar hendaknya bersahabat dengan pemakainya) (Daryanto & Dwicahyono, 2014, h. 187-188).

#### **2.1.4 Penyusunan Bahan Ajar**

Dalam proses penyusunan bahan ajar, penting untuk memperhatikan alur/teknik penyusunan bahan ajar. Tahap awal yang perlu dilakukan adalah analisis kebutuhan bahan ajar. Analisis kebutuhan bahan ajar meliputi: (1) analisis SK, KD, dan Indikator; (2) analisis sumber belajar; (3) pemilihan dan penentuan bahan ajar (Daryanto & Dwicahyono, 2014, h. 174). Menurut Depdiknas (2008) pengembangan bahan ajar sebaiknya memperhatikan prinsip-prinsip pembelajaran berikut: (1) mulai dari yang mudah untuk memahami yang sulit, mulai dari yang konkret untuk memahami yang abstrak; (2) pengulangan memperkuat pemahaman; (3) umpan balik positif memberikan penguatan terhadap pemahaman peserta didik; (4) motivasi yang tinggi merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan belajar; (5) mencapai tujuan; (6) mengetahui hasil yang dicapai. Adapun prosedur pokok dalam pengembangan bahan ajar, menurut Prastowo (2015, h. 49) terdiri dari tiga tahapan, yaitu: (1) analisis kebutuhan bahan ajar; (2) menyusun peta bahan ajar; dan (3) membuat bahan ajar berdasarkan struktur masing-masing bentuk bahan ajar. Oleh karena itu, dalam pengembangan bahan ajar harus dirancang berdasarkan proses yang sistematis supaya kesahihan dan kepercayaan bahan ajar dapat terjamin.

## **2.2 Pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM)**

Pendekatan STEM merupakan pendekatan yang menekankan pada interdisiplin ilmu dalam proses pembelajaran yang didalamnya terdapat integrasi antara subjek sains, teknologi, *engineering*, dan matematika.

### **2.2.1 Sejarah dan Tujuan Terbentuknya STEM**

STEM merupakan singkatan dari *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*, yang mula-mula diinisiasi oleh *National Science Education AS* pada tahun 1990 (Hanover Research, 2011). Pertama kali STEM dikenal dengan sebutan *Science, Mathematics, Engineering, and Technology* (SMET). Penggunaan konsep STEM sering diaplikasikan dalam dunia industri misalnya di perusahaan-perusahaan rekayasa yang menghasilkan teknologi revolusioner seperti bola lampu, mobil, alat-alat dan mesin.

Berdasarkan penelitian Tseng *et al.* (2013) pendekatan STEM dalam pembelajaran mampu memberikan kesan pembelajaran yang bermakna bagi peserta didik, melalui integrasi antara sains, teknologi, *engineering*, dan matematika secara sistematis yang dapat membuat peserta didik memiliki keterampilan memecahkan masalah menjadi lebih baik serta dapat meningkatkan pengetahuan peserta didik khususnya dalam karir di bidang STEM. Tujuan dari pembelajaran menggunakan pendekatan STEM sesuai untuk diterapkan pada jenjang sekolah menengah yang subjek dalam pembelajarannya membutuhkan pengetahuan yang kompleks. Menurut Bybee (2013, h. 10-11) pendekatan STEM bertujuan mengembangkan peserta didik agar melek STEM, yang mempunyai: (1) pengetahuan, sikap, dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam berbagai situasi kehidupan, menjelaskan fenomena alam, mendesain, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti mengenai isu-isu terkait STEM; (2) memahami karakteristik subjek disiplin STEM sebagai bentuk-bentuk pengetahuan, penyelidikan, serta desain yang digagas manusia; (3) kesadaran tentang bagaimana disiplin-disiplin STEM membentuk produk, intelektual, dan lingkungan budaya; dan (4) kesiapan untuk terlibat dalam isu-isu terkait STEM sebagai warga negara

yang konstruktif, peduli, serta reflektif dengan ide-ide sains, teknologi, teknik, dan matematika. Pendekatan STEM memberikan peluang bagi guru untuk memperlihatkan kepada peserta didik tentang konsep, prinsip, teknik, dan teknologi yang digunakan secara terintegrasi dalam pengembangan produk, proses, dan sistem yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Waite & McDonald (2019) profesi yang berhubungan dengan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) diakui oleh para pendidik dan pemimpin bisnis sebagai pilar ekonomi nasional yang dapat digunakan untuk persaingan kekayaan dan kemakmuran.

### **2.2.2 Subjek STEM**

Subjek dari STEM ditetapkan terdiri dari: *Science, Technology, Engineering* dan *Mathematics*. STEM terdiri dari empat disiplin ilmu yang masing-masing dibedakan menjadi berikut (Firman, 2015; NRC, 2012).

- (1) *Science*: Kajian mengenai fenomena alam yang memuat pengamatan, percobaan, pengukuran, dan perumusan sebagai wahana untuk menjelaskan secara objektif alam yang selalu berubah. Terdapat beberapa domain utama dari sains pada jenjang pendidikan dasar dan menengah, yaitu fisika, biologi, kimia, serta ilmu pengetahuan kebumihan dan antariksa. Ilmu pengetahuan dari sains berperan menginformasikan proses rancangan teknik.
- (2) *Technology*: Cabang ilmu pengetahuan mengenai inovasi-inovasi manusia digunakan untuk memodifikasi alam agar memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia, mengacu pada mata pelajaran seperti seni industri, teknik, ilmu terapan, dan ilmu pengetahuan murni. Keseluruhan sistem dari orang dan organisasi, pengetahuan, proses dan perangkat-perangkat yang kemudian menciptakan benda dan mengoperasikannya.
- (3) *Engineering*: Pengetahuan dan keterampilan untuk memperoleh dan mengaplikasikan pengetahuan ilmu murni serta praktis untuk mendesain dan mengkonstruksi pembangunan seperti pembangunan mesin, jembatan, pabrik kimia, dan lain-lain. Teknik merupakan tubuh pengetahuan tentang desain dan

invensi suatu benda dalam proses memecahkan masalah. Teknik memanfaatkan konsep dalam sains, matematika, dan peralatan teknologi.

- (4) *Mathematics*: Ilmu mengenai pola-pola, hubungan-hubungan, dan berkaitan dengan studi tentang kuantitas, bentuk, dan ruang serta menyediakan bahasa bagi sains, teknik, dan teknologi.

Berdasarkan karakteristik subjek STEM berfokus pada desain untuk solusi masalah dunia nyata, bagi guru pendekatan STEM dapat diimplementasikan dengan cara menggabungkan beberapa strategi yang menyediakan praktik sains dan teknologi yang diterapkan dari integrasi beberapa ilmu (Brown, 2012; Kearney, 2011, h. 67). Saat ini STEM memiliki makna yang lebih luas, tidak hanya terbatas pada sains, teknologi, *engineering*, dan matematika namun juga termasuk lingkungan, ekonomi, kedokteran dan pendidikan (Zollman, 2012).

### **2.2.3 Metode Penerapan Pendekatan STEM**

Menurut Quang *et al.* (2015) terdapat tiga metode dalam pendekatan STEM yaitu:

#### 2.2.3.1 Metode silo (terpisah)

Pada metode silo, guru melatih subjek STEM secara terpisah. Setiap materi fokus pada pengetahuan yang diharapkan dengan menekankan pembelajaran yang terperinci pada setiap subjek sehingga memungkinkan peserta didik untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam. Kelemahan metode ini terletak pada peserta didik yang pasif dalam pembelajaran akan mengalami kesulitan dalam proses pembelajaran, peserta didik juga kurang termotivasi karena guru terlalu sering memberikan materi melalui metode ceramah, dan memungkinkan peserta didik salah memahami integrasi antar subjek STEM dalam kehidupan sehari-hari.

#### 2.2.3.2 Metode *embedded* (tertanam)

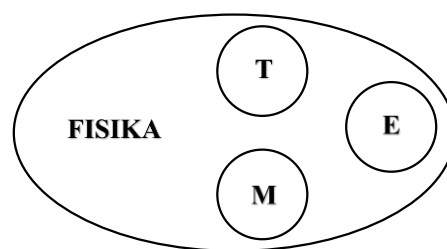
Pada metode tertanam pembelajaran cenderung lebih efektif karena memungkinkan peserta didik untuk memperkuat apa yang dipelajari melalui aktivitas peserta didik dengan cara pemecahan masalah dalam konteks sosial,

budaya, dan pengetahuan. Metode tertanam lebih menekankan untuk mendorong pembelajaran melalui berbagai konteks, bukan fokus pada tiap subjek mata pelajaran. Namun metode tertanam ini memiliki kelemahan terkait evaluasi dan penilaian, interaksi yang terjadi antara pendidik dengan peserta didik dapat mengganggu umpan balik dalam membangun pengetahuan secara tertanam, serta peserta didik tidak dapat mengasosiasikan materi pelajaran.

### 2.2.3.3 Metode *integrated* (terpadu)

Pada metode terpadu, konten STEM digabung dan dipelajari sebagai satu subjek. Harapannya peserta didik dapat menggunakan konsep multidisiplin STEM untuk memecahkan masalah dalam dunia nyata. Kurangnya struktur umum pelajaran dapat membatasi pemahaman peserta didik. Dalam hal ini seorang guru berpotensi untuk gagal dalam menciptakan satu tujuan umum meskipun ada penggabungan materi dari masing-masing disiplin.

Pada penerapan pembelajaran fisika berbasis STEM, konsep-konsep fisika diajarkan pada peserta didik melalui pendekatan sains, teknologi, *engineering*, dan matematika guna mencapai tujuan pembelajaran fisika. Salah satu pola integrasi yang mungkin dilaksanakan tanpa merekonstruksi kurikulum di Indonesia adalah dengan mengintegrasikan konten teknologi, teknik, dan matematika dalam pembelajaran sains (fisika).



Gambar 2.1 Ilustrasi penggunaan pendekatan STEM pada pembelajaran fisika.

Integrasi pendekatan STEM salah satunya dapat dilakukan melalui bahan ajar dengan cara sebagai berikut.

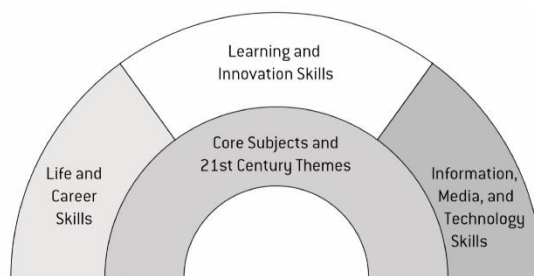
- (1) Aspek sains merupakan batang tubuh atau aspek utama, sehingga dominan dalam bahan ajar. Aspek sains dalam fisika dapat disajikan dalam konsep-konsep fisika seperti elastisitas, impuls, momentum, fluida, dan lain sebagainya.



- (2) Aspek teknologi dapat diintegrasikan dalam bentuk aplikasi materi yang dibahas. Misalnya kita membahas tentang fluida statis, maka dalam bahan ajar dapat disajikan dalam bentuk penerapan pada infus, dongkrak hidrolik, sistem pengereman kendaraan, dan lain-lain.
- (3) Aspek teknik dapat diintegrasikan dalam bentuk prinsip kerja atau desain dari pemanfaatan teknologi pada materi yang sedang dibahas.
- (4) Aspek matematika dapat diintegrasikan dalam bentuk rumusan/symbol/besaran/operasi matematika pada suatu pokok bahasan.

### **2.3 Keterampilan Abad 21**

Menurut Sondergeld & Johnson (2019), abad 21 adalah era inovasi dimana kemampuan untuk menggunakan keterampilan berpikir kritis, kreatif dan pemecahan masalah dikolaborasikan dengan ilmu pengetahuan untuk memecahkan masalah sehari-hari dan global adalah hal yang sangat penting. Hal ini berbanding terbalik dengan keadaan sebenarnya yang diungkapkan oleh Trilling & Fadel (2009, h. 7) bahwa tamatan sekolah menengah, diploma, dan pendidikan tinggi masih kurang kompeten dalam hal: (1) komunikasi oral maupun tertulis; (2) berpikir kritis dan pemecahan masalah; (3) profesionalisme dan etika bekerja; (4) bekerja secara tim dan kolaborasi; (5) bekerja dalam kelompok yang berbeda; (6) menggunakan teknologi; dan (7) manajemen proyek dan kepemimpinan. Beberapa lembaga di tingkat dunia mencoba untuk merumuskan berbagai macam kompetensi dan keterampilan yang diperlukan khususnya dalam menghadapi abad 21. Keterampilan abad 21 menurut Trilling & Fadel (2009, h. 49) adalah (1) *life and career skills*, (2) *learning and innovation skills*, dan (3) *information media and technology skills*. Ketiga keterampilan yang diperlukan dalam menghadapi abad 21 tersebut dirangkum dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Skema keterampilan pengetahuan abad 21 (Trilling dan Fadel, 2009, h. 48).

*The Partnership for 21st Century Learning* (P21) membuat indikator indikator kompetensi yang diperlukan di abad 21 yaitu “*The 4Cs*” atau 4C. Menurut Trilling dan Fadel (2009, h. 52-59) “*The 4Cs*” atau 4C sebagai berikut.

### 2.3.1 *Critical Thinking and Problem Solving*

- (1) Menggunakan berbagai macam pemikiran (induktif, deduktif, dll.) disesuaikan dengan situasi yang dihadapi.
- (2) Menggunakan pemikiran sistem.
- (3) Menganalisis bagaimana komponen-komponen dari suatu sistem berinteraksi satu sama lain untuk menghasilkan hasil keseluruhan dalam sistem yang kompleks.
- (4) Membuat penilaian dan keputusan.
- (5) Menganalisis dan mengevaluasi secara efektif terhadap bukti, pendapat, tuntutan, dan kepercayaan.
- (6) Menganalisis dan mengevaluasi perspektif utama.
- (7) Menyintesis dan membuat hubungan antara informasi dan pendapat.
- (8) Menafsirkan informasi dan menarik kesimpulan berdasarkan analisis terbaik.
- (9) Merefleksikan secara kritis pengalaman dan proses belajar.

Indikator Menyelesaikan masalah:

- (1) Memecahkan berbagai jenis masalah menggunakan cara biasa dan inovatif.
- (2) Mengidentifikasi dan mengajukan pertanyaan penting yang memperjelas berbagai perspektif dan mengarah pada solusi yang lebih baik.

### **2.3.2 Communication**

- (1) Mengartikulasikan ide dan gagasan secara efektif dengan menggunakan kemampuan komunikasi lisan, tertulis, dan nonverbal dalam berbagai bentuk dan konteks.
- (2) Mendengarkan secara efektif untuk menguraikan makna, termasuk pengetahuan, nilai, sikap, dan tujuan.
- (3) Menggunakan kemampuan komunikasi untuk berbagai tujuan (untuk memberi informasi, instruksi, motivasi, dan bimbingan).
- (4) Memanfaatkan berbagai media dan teknologi, dan mengetahui bagaimana keefektifannya secara apriori serta menilai dampaknya.
- (5) Berkomunikasi secara efektif di lingkungan yang beragam (termasuk multi-bahasa).

### **2.3.3 Collaboration**

- (1) Menunjukkan kemampuan untuk bekerja secara efektif dan rasa hormat dalam beragam tim.
- (2) Melatih fleksibilitas dan kemauan untuk membantu dalam membuat kompromi yang diperlukan untuk mencapai tujuan bersama dalam kelompok.
- (3) Mempunyai tanggung jawab bersama untuk pekerjaan kolaboratif, dan memegang teguh peran individu yang dibuat oleh masing-masing anggota tim.

### **2.3.4 Creativity and Innovation**

- (1) Menggunakan berbagai teknik yang beragam untuk menciptakan ide (misalnya *brainstorming* atau ide yang bermakna).
- (2) Menciptakan ide baru dan bermanfaat.
- (3) Mengelaborasi, menyempurnakan, menganalisis, dan mengevaluasi ide sendiri untuk meningkatkan dan memaksimalkan daya kreativitas.
- (4) Menunjukkan orisinalitas dan kreativitas dalam bekerja.
- (5) Bersikap terbuka dan responsif terhadap gagasan baru; menggabungkan masukan kelompok dan umpan balik ke dalam pekerjaan.

- (6) Bertindak dengan ide kreatif untuk menghasilkan kontribusi yang nyata dan berkontribusi bagi bidang dimana inovasi dibutuhkan.

## 2.4 Karakter

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia karakter didefinisikan sebagai sifat-sifat kejiwaan; akhlak atau budi pekerti yang membedakan seseorang dari yang lain; tabiat; watak. Sebagaimana diungkapkan Maunah (2015) karakter merupakan nilai-nilai khas kebajikan (tahu nilai kebaikan, mau berbuat baik, dan berdampak baik terhadap lingkungan) yang tertanam dalam diri dan perilaku. Terdapat tiga komponen penting dalam karakter, yaitu *moral knowing* (pengetahuan tentang moral), *moral feeling* (perasaan tentang moral), dan *moral behavior* (perbuatan moral) (Ramdhani, 2014). Selain itu, pendidikan karakter juga dapat dimaknai sebagai pendidikan nilai, pendidikan budi pekerti, pendidikan moral, atau pendidikan watak yang bertujuan mengembangkan kemampuan peserta didik dalam memberikan keputusan serta mewujudkan dan menebar kebaikan dalam kehidupan sehari-hari dengan sepenuh hati (Setiawati, 2017).

Berdasarkan Permendiknas Nomor 23 tahun 2006 dan nilai-nilai utama yang dikembangkan oleh Pusat Kurikulum Depdiknas RI terdapat 18 nilai pendidikan karakter yang harus dicapai dalam pembelajaran di sekolah diantaranya adalah sebagai berikut: (1) religius, (2) jujur, (3) toleransi, (4) disiplin, (5) kerja keras, (6) kreatif, (7) mandiri, (8) demokratis, (9) rasa ingin tahu, (10) semangat kebangsaan, (11) cinta tanah air, (12) menghargai prestasi, (13) bersahabat/komunikatif, (14) cinta damai, (15) gemar membaca, (16) peduli lingkungan, (17) peduli sosial, (18) tanggung jawab. Selanjutnya, nilai-nilai karakter tersebut ditanamkan melalui pendidikan karakter.

Karakter yang dikembangkan dalam penelitian ini yaitu religius, disiplin, bertanggung jawab, dan peduli sosial. Berikut adalah deskripsi dari empat nilai pendidikan karakter tersebut.

- (1) Religius didefinisikan sebagai sikap dan perilaku yang patuh dalam melaksanakan ajaran agama yang dianutnya, toleran terhadap pelaksanaan ibadah agama lain, dan hidup rukun dengan pemeluk agama lain.
- (2) Disiplin didefinisikan sebagai tindakan yang menunjukkan perilaku tertib dan patuh terhadap berbagai ketentuan dan peraturan yang merupakan tanggung jawabnya.
- (3) Rasa ingin tahu didefinisikan sebagai sikap dan tindakan yang selalu berupaya untuk menyelidiki dan mencari pemahaman lebih dalam dan luas dari sesuatu yang dipelajarinya, dilihat, dan didengar.
- (4) Peduli sosial didefinisikan sebagai sikap dan tindakan yang sadar bahwa dirinya ingin memberi bantuan kepada orang lain atau masyarakat yang membutuhkan.

Tujuan dari pendidikan karakter adalah menghendaki agar peserta didik mampu memahami, menanamkan, dan menjadi perilaku yang permanen berkaitan dengan nilai-nilai karakter tersebut. Menurut Khusniati (2012), nilai-nilai pendidikan karakter yang tertanam dengan baik (materi maupun proses pembelajaran yang terjadi) pada peserta didik, pada akhirnya akan membentuk sebuah karakter. Pengintegrasian muatan karakter peserta didik dalam pembelajaran dapat dilakukan dengan penyisipan atau pemuatan nilai-nilai karakter ke dalam bahan ajar yang digunakan. Hal tersebut selaras dengan penelitian Mardiansyah *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa integrasi nilai-nilai karakter salah satunya dapat ditanamkan melalui bahan ajar.

Banyak penelitian tentang pendidikan karakter telah dilakukan dan hasilnya adalah pendidikan karakter yang ditanamkan pada peserta didik mampu memberi dampak positif terhadap kesuksesan akademiknya. Hal ini didukung dengan hasil penelitian Najib & Achadiyah (2012) yang menunjukkan bahwa adanya pendidikan karakter memiliki peranan untuk meningkatkan prestasi belajar peserta didik. Penelitian serupa dilakukan oleh Irjanti & Setiawati (2018) menunjukkan bahwa penyelenggaraan pendidikan karakter di sekolah dapat meningkatkan prestasi akademik peserta didik. Pengembangan karakter peserta didik selama pembelajaran

di sekolah dapat diterapkan dengan baik jika pihak sekolah mampu mengkoordinasikan lingkungan sekolah dan memberikan contoh perilaku yang baik dikembangkan dalam seluruh elemen sekolah.

## 2.5 Tinjauan Materi

Fluida adalah zat yang dapat mengalir dan menyesuaikan diri dengan bentuk wadah apapun dimana fluida ditempatkan. Istilah fluida menunjuk pada zat cair dan zat gas (Halliday *et al.*, 2010, h. 387). Pada bab fluida membahas sejumlah sifat yang dimiliki oleh fluida statis dan fluida dinamis.

### 2.5.1 Fluida Statis

Fluida statis adalah fluida yang tidak bergerak, berupa zat cair dalam wadah dan gas dalam wadah yang tertutup. Di dalam pokok bahasan fluida statis terdapat beberapa sub pokok bahasan, diantaranya: massa jenis, tekanan, tekanan hidrostatik, hukum Pascal, hukum Archimedes, tegangan permukaan, meniskus, kapilaritas, dan viskositas.

#### 2.5.1.1 Massa Jenis

Massa jenis ( $\rho$ ) merupakan salah satu besaran fisis fluida yang penting. Massa jenis didefinisikan sebagai massa per satuan volume benda:

$$\rho = \frac{m}{V} \dots\dots\dots (2-1)$$

dimana  $m$  merupakan massa dan  $V$  merupakan volume. Massa jenis merupakan ciri khas dari suatu zat. Satuan SI untuk massa jenis adalah  $\text{kg/m}^3$  (Abdullah, 2016, h.716).

#### 2.5.1.2 Tekanan

Pada dasarnya, fluida selalu memberikan tekanan pada setiap bidang permukaan yang bersinggungan dengannya. Tekanan didefinisikan sebagai besarnya gaya yang bekerja tegak lurus pada suatu bidang per satuan luas permukaan. Jika gaya sebesar  $F$  bekerja secara merata dan tegak lurus pada suatu permukaan yang luasnya  $A$ , maka tekanan ( $P$ ) pada permukaan itu:

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (2-2)$$

satuan SI tekanan adalah  $\text{N/m}^2$  yang diberi nama khusus yaitu pascal (Pa) (Halliday *et al.*, 2010, h. 388).

### 2.5.1.3 Tekanan Hidrostatik

Salah satu sifat menarik yang dimiliki zat cair statis adalah adanya tekanan yang dilakukan pada benda yang dicelupkan ke dalam zat cair. Tekanan tersebut muncul karena benda menahan berat zat cair di atasnya. Dengan kata lain, tekanan hidrostatik merupakan tekanan di dalam zat cair yang diakibatkan oleh gaya gravitasi. Makin dalam posisi benda dalam wadah maka makin tebal zat cair di atas benda tersebut yang harus ditahan sehingga makin besar tekanan yang dirasakan benda. Berdasarkan konsep tekanan maka tekanan hidrostatik  $P_h$  yang bekerja pada dasar wadah dinyatakan dengan:

$$P_h = \frac{w}{A}$$

$$P_h = \frac{\rho V g}{A} \quad ; \text{dimana } \frac{V}{A} = h$$

$$P_h = \rho h g \dots\dots\dots (2-3)$$

keterangan:  $P_h$  : tekanan hidrostatik ( $\text{N/m}^2$ )

$\rho$  : massa jenis zat cair ( $\text{kg/m}^3$ )

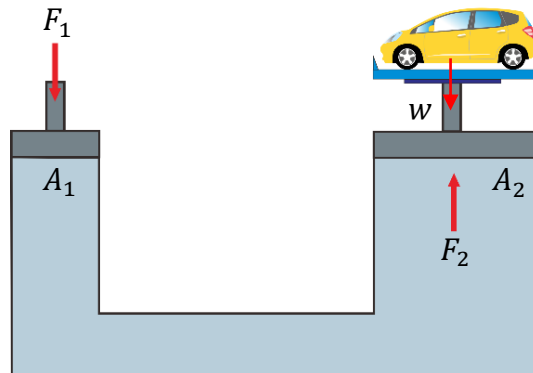
$h$  : kedalaman zat cair (m)

$g$  : percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

Berdasarkan persamaan (2-3) dapat disimpulkan bahwa besar tekanan hidrostatik bergantung pada kedalaman zat cair (Abdullah, 2016, h. 721-722).

#### 2.5.1.4 Hukum Pascal

Hukum Pascal menyatakan bahwa tekanan yang diberikan pada fluida dalam suatu tempat tertutup akan diteruskan sama besar ke segala arah. Prinsip ini dicetuskan pertama kali oleh Blaise Pascal pada tahun 1652. Pernyataan tersebut dikenal sebagai Hukum Pascal.



Gambar 2.3 Ilustrasi sistem dongkrak hidrolik.

Gambar 2.3 merupakan penerapan dari Hukum Pascal. Menurut Hukum Pascal, tekanan yang diteruskan ke segala arah adalah sama besar sehingga jika pengisap  $A_2$  jauh lebih besar dari pengisap  $A_1$ , sebuah gaya yang kecil  $F_1$  dapat digunakan untuk membuat gaya yang jauh lebih besar  $F_2$  sehingga dapat mengangkat sebuah beban yang ditempatkan di pengisap yang lebih besar, atau jika dirumuskan menjadi:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \dots\dots\dots (2-4)$$

Prinsip Pascal tersebut sering dijumpai dalam kehidupan sehari-hari, seperti dongkrak hidrolik, pompa hidrolik, mesin hidrolik pengangkat mobil, mesin pengepres hidrolik, rem piringan hidrolik (Ruwanto, 2017, h. 80).

#### 2.5.1.5 Hukum Archimedes

Hukum Archimedes menyatakan gaya ke atas yang bekerja pada benda yang dimasukkan dalam zat cair sama dengan berat zat cair yang dipindahkannya (Giancoli, 2014, h. 336). Besarnya gaya Archimedes tersebut dinyatakan dengan:



$$F_A = m_f g = \rho_f V_f g \dots\dots\dots (2-5)$$

keterangan:

$F_A$  : gaya Archimedes (N)

$\rho_f$  : massa jenis fluida ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

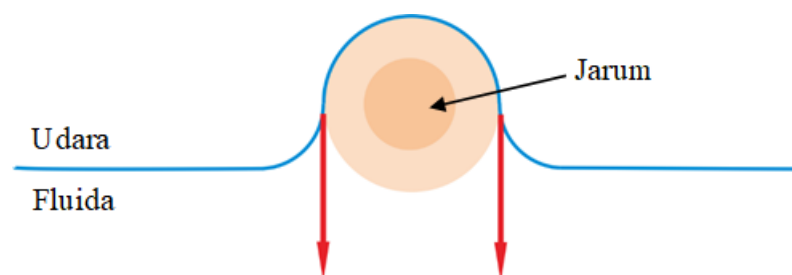
$V_f$  : volume benda yang tercelup atau volume zat cair yang dipindahkan ( $\text{m}^3$ )

$g$  : percepatan gravitasi ( $\text{m}/\text{s}^2$ )

Berdasarkan besarnya gaya Archimedes dan gaya berat posisi benda dalam zat cair dapat digolongkan menjadi tiga yaitu mengapung, melayang, dan tenggelam.

#### 2.5.1.6 Tegangan Permukaan

Permukaan zat cair dapat menyajikan pengamatan yang menarik. Salah satunya adalah jarum yang diletakkan secara perlahan di atas permukaan zat cair akan tetap terapung asalkan tidak basah meskipun massa jenis jarum lebih besar daripada massa jenis zat cair (Gambar 2.4). Fenomena yang tampak pada permukaan zat cair tersebut dapat ditinjau pada gaya-gaya antara partikel-partikel atau molekul suatu zat, yaitu kohesi dan adhesi. Fenomena ini menunjukkan bahwa permukaan fluida berperan sangat mirip dengan membran yang direntangkan. Jarum akan tenggelam ke dalam fluida jika permukaan fluida tertusuk, hal ini mirip dengan robeknya membran. Karena permukaan fluida mirip dengan membran yang direntangkan, maka permukaan fluida menarik benda pada tepinya dengan gaya yang sejajar permukaan (Abdullah, 2016, 765).



Gambar 2.4 Jarum terapung di atas permukaan zat cair.

Tegangan permukaan adalah besarnya gaya permukaan tiap satuan panjang dimana gaya tersebut bekerja. Tegangan permukaan dapat ditulis:

$$\gamma = \frac{F}{d} \dots\dots\dots(2-6)$$

dengan:  $\gamma$  : tegangan permukaan (N/m)

$F$  : gaya oleh permukaan zat cair (N)

$d$  : panjang permukaan (m)

#### 2.5.1.7 Meniskus

Air dimasukkan ke sebuah wadah akan membasahi dinding wadahnya, sedangkan raksa tidak membasahi dinding wadahnya. Permukaan air dalam wadah cenderung melengkung ke atas pada bagian yang menempel pada wadah, sedangkan permukaan raksa dalam wadahnya cenderung melengkung ke bawah pada bagian yang menempel pada wadah. Kelengkungan permukaan tersebut disebabkan karena adanya gaya tarik antara molekul air dengan atom pada permukaan wadah. Jika gaya tarik antara molekul fluida dengan atom pada permukaan zat lebih dari gaya tarik antar molekul fluida maka permukaan fluida pada tempat kontak dengan zat padat sedikit naik. Sebaliknya, jika gaya tarik antara molekul fluida dengan atom pada permukaan zat padat lebih kecil daripada gaya tarik antar molekul fluida maka permukaan fluida pada tempat kontak dengan zat padat sedikit turun. Kelengkungan zat cair di dalam tabung dinamakan meniskus. Ada dua macam bentuk kelengkungan permukaan fluida pada posisi kontak dengan permukaan zat padat (Abdullah, 2016, h. 767-769).

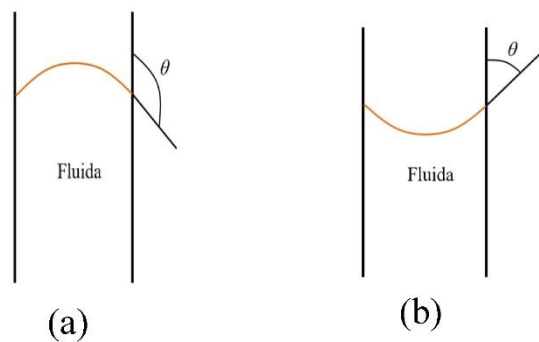
##### (1) Permukaan cembung

Pada tempat kontak dengan zat padat, permukaan fluida mendekati fluida. Permukaan cembung terjadi jika gaya adhesi lebih kecil daripada gaya kohesi. Contoh permukaan ini adalah air raksa yang dimasukkan ke dalam gelas. Cairan yang membentuk permukaan cembung dikatakan sebagai “cairan yang tidak membasahi dinding”. Ketika cairan tersebut dibuang dari wadah, dinding

tampak kering. Pada tempat kontak dengan dinding, permukaan cairan membentuk sudut  $\theta$  antara 90 sampai 180°.

(2) Permukaan cekung

Pada tempat kontak dengan zat padat, permukaan fluida menjauhi fluida. Permukaan cekung terjadi jika gaya adhesi lebih besar daripada gaya kohesi. Contoh permukaan ini adalah air yang dimasukkan ke dalam gelas. Cairan yang membentuk permukaan cekung dikatakan sebagai “cairan yang membasahi dinding”. Ketika cairan tersebut dibuang dari wadah, dinding tampak basah. Pada tempat kontak dengan dinding, permukaan cairan membentuk sudut  $\theta$  antara 0 sampai 90°.



Gambar 2.5 (a) Permukaan cembung. (b) Permukaan cekung (Abdullah, 2016, h. 768-769).

### 2.5.1.8 Kapilaritas

Kapilaritas adalah naik atau turunnya permukaan zat cair pada pipa kapiler (pipa sempit). Kenaikan dan penurunan permukaan zat cair di dalam pipa kapiler bergantung pada gaya kohesi, adhesi, dan tegangan permukaan. Contoh peristiwa kapilaritas adalah dalam peristiwa penyerapan air oleh kertas tisu dan naiknya minyak tanah pada sumbu kompor (Ruwanto, 2017, h. 88-89).

Kenaikan atau penurunan permukaan zat cair di dalam pipa kapiler dinyatakan dengan persamaan:

$$h = \frac{2\gamma \cos\theta}{\rho g r} \dots\dots\dots (2-7)$$

keterangan:

$h$  : kenaikan/penurunan permukaan zat cair dalam pipa (m)

$\gamma$  : tegangan permukaan zat cair (N/m)

$\theta$  : sudut kontak

$\rho$  : massa jenis zat cair ( $\text{kg/m}^3$ )

$g$  : percepatan gravitasi ( $\text{m/s}^2$ )

$r$  : jari-jari pipa kapiler (m)

#### 2.5.1.9 Viskositas

Viskositas adalah kekentalan fluida yang menyatakan besar kecilnya gesekan di dalam fluida. Suatu benda yang dijatuhkan dalam suatu cairan pada suatu saat akan mempunyai kecepatan konstan, kecepatan itu disebut kecepatan terminal. Misalnya sebuah wadah berisi zat cair dalam keadaan diam, kemudian sebuah bola dimasukkan dan bergerak di dalamnya, akibatnya, bola itu mengalami gaya gesekan yang terkenal dengan hukum Stokes. Hukum Stokes dapat digunakan untuk menentukan koefisien viskositas fluida. Benda yang bergerak dalam fluida akan mendapat gaya gesekan yang arahnya berlawanan dengan arah gerak benda. Besarnya gaya gesekan tersebut bergantung pada kecepatan relatif benda terhadap fluida serta bentuk benda. Untuk benda yang berbentuk bola, besarnya gaya gesekan memenuhi hukum Stokes. Dari hasil percobaan, Stokes memberikan suatu hukum tentang besarnya gaya penghambat fluida terhadap gerak bola akibat adanya gesekan antara permukaan bola dengan fluida. Besar gaya Stokes itu adalah (Abdullah, 2016, h. 794-798):

$$F = 6 \pi \eta r v \dots\dots\dots (2-8)$$

keterangan:  $F$  : gaya Stokes (N)

$\eta$  : gaya oleh permukaan fluida (N)

$r$  : jari-jari bola (m)

$v$  : kecepatan relatif bola terhadap fluida (m/s)

## 2.5.2 Fluida Dinamis

Fluida dinamis disebut juga fluida bergerak atau fluida mengalir. Fluida disebut mengalir jika fluida itu bergerak di lingkungan sekitarnya. Di dalam fluida dinamis terdiri dari fluida ideal, hukum kontinuitas, hukum Bernoulli, serta aplikasi hukum kontinuitas, dan hukum Bernoulli dalam teknologi.

### 2.5.2.1 Fluida Ideal

Gerakan fluida sebenarnya sangat rumit. Oleh karena itu digunakan pendekatan dalam membahas fluida dengan menganggap pergerakan sebuah fluida ideal, yang lebih sederhana secara matematis. Adapun sifat-sifat fluida ideal adalah: (1) aliran tunak (*steady flow*), (2) aliran tidak termampatkan (*incompressible flow*), (3) aliran tidak viskos (*nonviscous flow*), (4) aliran tidak berotasi (*irrotational flow*) (Halliday *et al.*, 2010, h. 397-398).

### 2.5.2.2 Hukum Kontinuitas

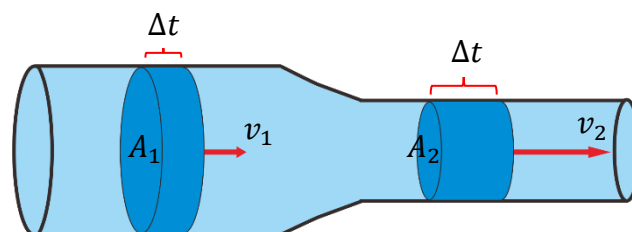
Jika pipa yang dialiri fluida tidak bocor sehingga tidak ada fluida dari luar yang masuk ke dalam pipa maka berlaku hukum kekekalan massa. Jumlah massa fluida yang mengalir per satuan waktu pada berbagai penampang pipa selalu sama (Gambar 2.6). Akibat hukum kekekalan massa maka:

$$Q_1 = Q_2$$

atau

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \dots\dots\dots (2-9)$$

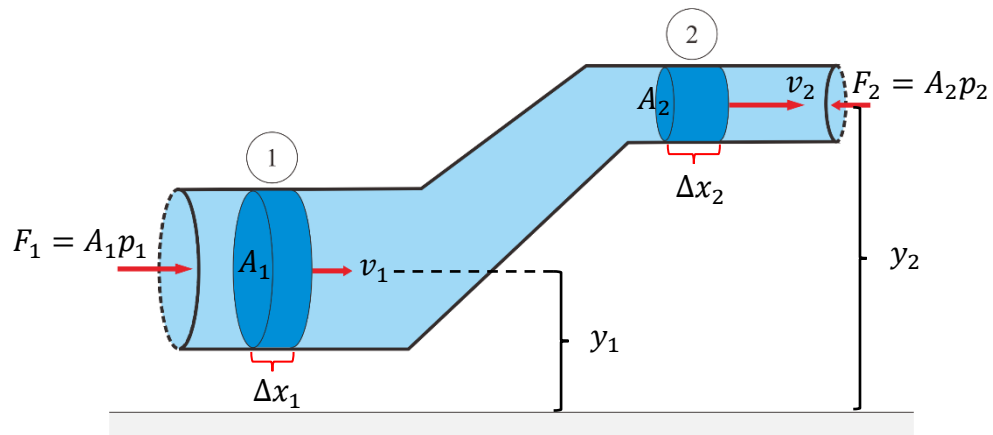
Persamaan (2-9) disebut juga persamaan kontinuitas. Berdasarkan persamaan di atas dapat disimpulkan bahwa pada bagian pipa yang kecil, fluida bergerak dengan kecepatan lebih cepat (Abdullah, 2016, h. 774).



Gambar 2.6 Tabung alir (luas penampang  $A_1$  lebih besar dari  $A_2$ ).

### 2.5.2.3 Hukum Bernoulli

Salah satu hukum dasar dalam menyelesaikan persoalan fluida bergerak adalah hukum Bernoulli. Hukum Bernoulli membahas hubungan antara kecepatan aliran fluida, ketinggian, dan tekanan dengan menggunakan konsep usaha dan energi.



Gambar 2.7 Tabung alir (persamaan Bernoulli).

Pada Gambar 2.7 fluida mengalir melalui pipa yang memiliki luas penampang dan ketinggiannya berbeda. Fluida mengalir dari penampang  $A_1$  ke ujung pipa dengan penampang  $A_2$  karena adanya perbedaan tekanan pada kedua ujung pipa. Jika massa jenis fluida  $\rho$ , laju aliran fluida pada penampang  $A_1$  adalah  $v_1$ , dan pada penampang  $A_2$  sebesar  $v_2$ . Dengan demikian, kerja total yang dilakukan pada sistem sama dengan perubahan energi kinetiknya. Sehingga:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g h_2 \dots\dots\dots (2-10)$$

atau di setiap titik pada fluida yang bergerak berlaku:

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g h = \text{konstan}$$

Persamaan (2-10) disebut persamaan Bernoulli (Giancolli, 2014, h. 345-346).

### 2.5.2.4 Aplikasi Hukum Kontinuitas dan Hukum Bernoulli dalam Teknologi

Beberapa penerapan hukum kontinuitas dan hukum Bernoulli dalam teknologi adalah (Abdullah, 2016, h. 779-792):

- (1) teorema Toricelli;
- (2) karburator mobil;
- (3) venturimeter;
- (4) sayap pesawat terbang;
- (5) tabung pitot; dan
- (6) parfum spray.

## 2.5 Kerangka Berpikir

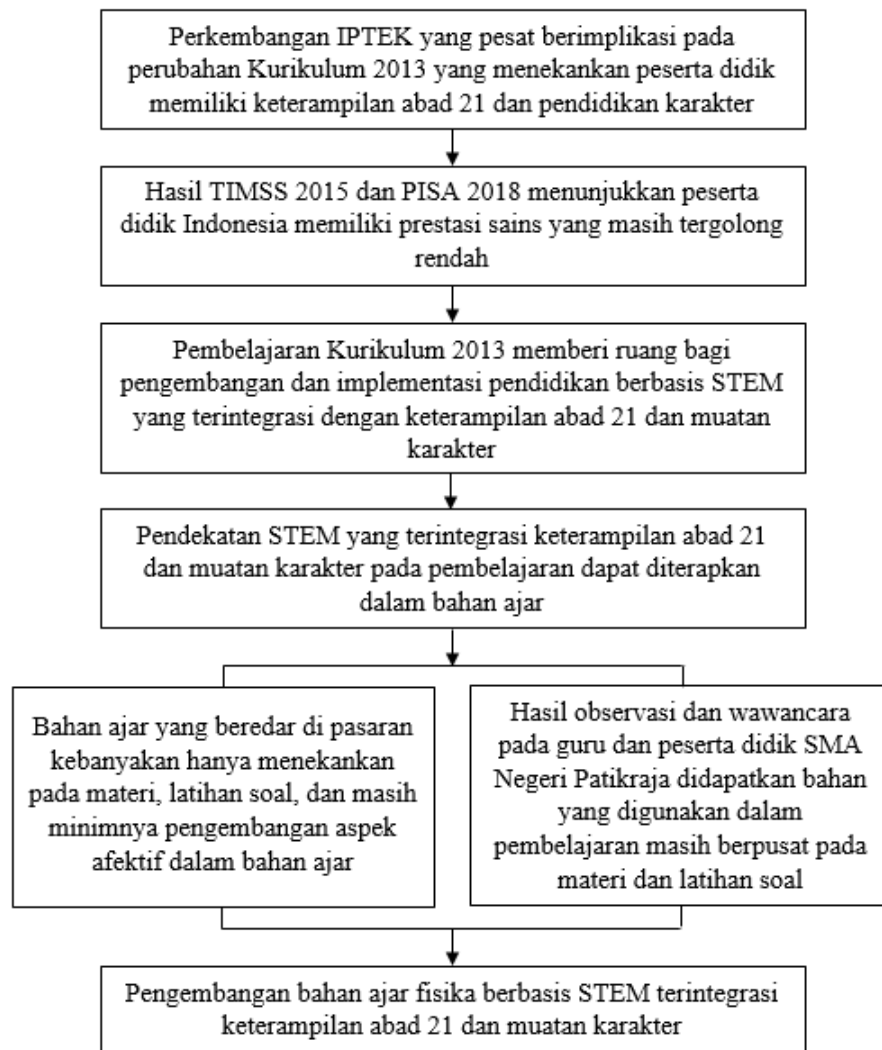
Pada kehidupan abad 21 Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) berkembang sangat pesat. Hal ini menuntut perubahan kurikulum yang terus berubah menyesuaikan dengan perkembangan zaman. Standar kompetensi lulusan peserta didik dan tujuan Kurikulum 2013 saat ini adalah keterampilan abad 21 yang harus dimiliki peserta didik dan pendidikan karakter. Berdasarkan hasil studi TIMSS 2015 dan PISA 2018 menunjukkan bahwa hasil belajar peserta didik Indonesia dalam bidang matematika dan sains dimana dalam hal ini fisika termasuk di dalamnya masih rendah. Hasil studi TIMSS 2015 dan PISA 2018 tersebut juga mengindikasikan bahwa kemampuan *high order thinking skills* yang didalamnya termasuk keterampilan berpikir kritis dan kreatif peserta didik Indonesia masih tergolong rendah. Salah satu komponen yang memiliki peran penting dalam keberhasilan proses pembelajaran di sekolah adalah sumber belajar. Sumber belajar yang biasa digunakan dapat berupa bahan ajar. Namun bahan ajar yang saat ini banyak digunakan di sekolah-sekolah masih belum sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai.

Fokus utama dari Kurikulum 2013 saat ini adalah keaktifan peserta didik dan pendidikan karakter. Penerapan kurikulum 2013 dapat didukung dengan pendekatan STEM untuk mengoptimalkan keterampilan abad 21 dan karakter peserta didik. Hal ini didasarkan pada kesesuaian antara tujuan pembelajaran berpendekatan STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter dengan tujuan pembelajaran di sekolah menengah yang tercantum dalam Kurikulum 2013. Hal ini mengindikasikan bahwa pembelajaran Kurikulum 2013 memberi ruang bagi pengembangan dan implementasi pendidikan berbasis STEM

serta pengembangan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, inovasi, dan kemampuan memecahkan masalah serta pengembangan karakter bagi peserta didik.

Melihat beberapa kekurangan dari bahan ajar yang saat ini banyak digunakan di SMA Negeri 1 Patikraja, baik dari aspek kognitif maupun aspek afektif, maka penting bagi guru untuk menyusun suatu bahan ajar yang selain dapat meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi pelajaran, juga dapat menumbuhkan dan mengembangkan keterampilan abad 21 dan karakter positif pada diri peserta didik. Salah satu bahan ajar yang sesuai dengan tujuan tersebut adalah bahan ajar berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter. Khusus dalam penelitian ini, bahan ajar berbasis STEM yang hendak dikembangkan adalah bahan ajar untuk materi fluida. Sementara itu, untuk keterampilan abad 21 yang hendak diintegrasikan adalah berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikasi serta nilai-nilai karakter yang hendak diintegrasikan dalam bahan ajar ini adalah nilai religius, disiplin, rasa ingin tahu, dan peduli sosial. Secara rinci kerangka berpikir dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.8.





Gambar 2.8 Kerangka berpikir.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian**

Penelitian awal dilaksanakan pada tanggal 2 Januari 2020, untuk pengumpulan data awal berupa analisis kebutuhan terhadap pengembangan bahan ajar fisika. Penelitian selanjutnya dilaksanakan pada bulan Mei 2020. Lokasi penelitian di SMA Negeri 1 Patikraja yang beralamat di Jalan Adipura Nomor 3, Patikraja, Kecamatan Patikraja, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah.

#### **3.2 Subjek Penelitian**

Subjek penelitian ini adalah dosen ahli materi dan ahli media, guru fisika SMA Negeri 1 Patikraja, serta peserta didik kelas XI MIPA 3 dan XI MIPA 5 SMA Negeri 1 Patikraja.

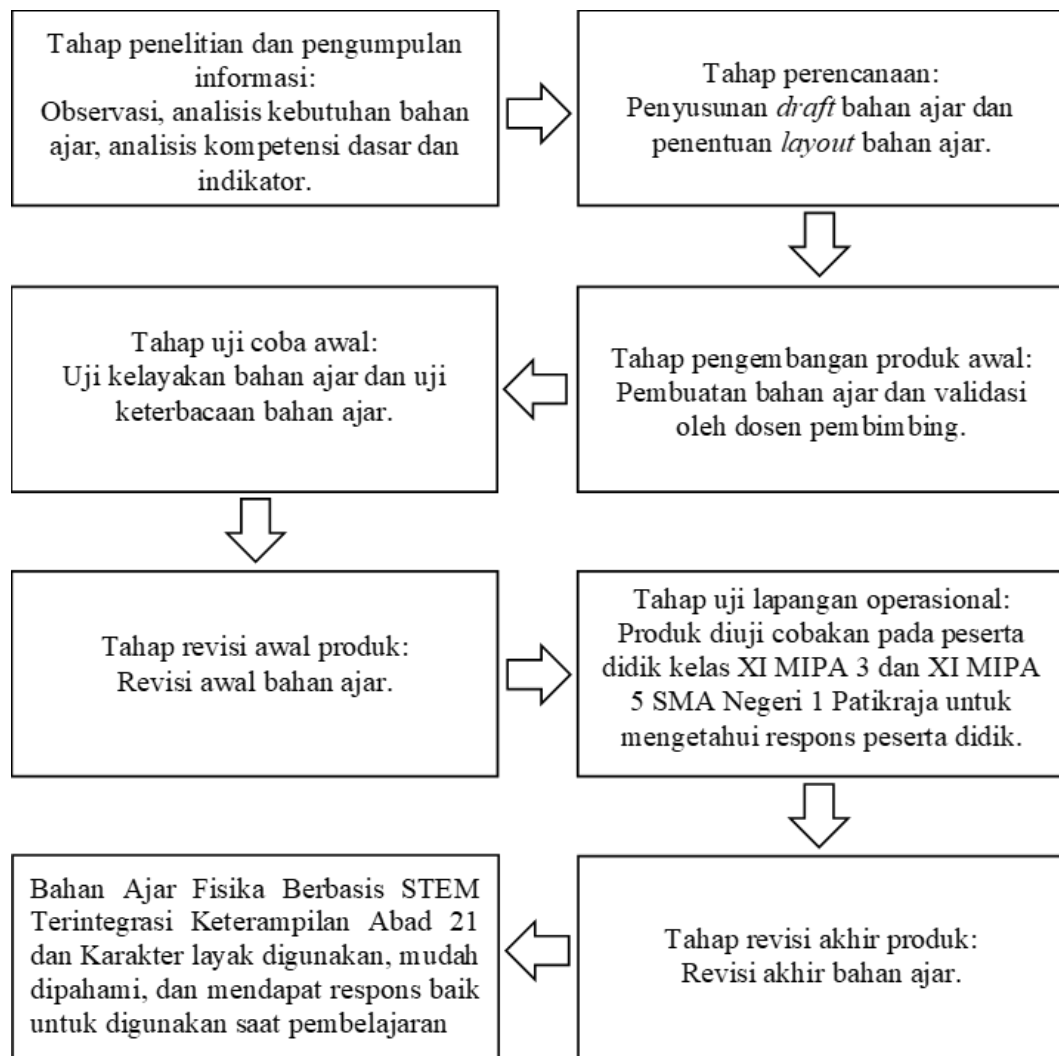
#### **3.3 Jenis Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Metode penelitian dan pengembangan merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2017, h. 407). Untuk menghasilkan produk tertentu digunakan penelitian yang bersifat analisis kebutuhan yaitu metode survei atau kualitatif. Uji keefektifan produk tersebut menggunakan metode eksperimen (uji oleh ahli dan responden). Melalui metode penelitian tersebut, dalam penelitian ini telah dikembangkan suatu produk berupa bahan ajar.

#### **3.4 Prosedur Penelitian**

Prosedur penelitian yang digunakan dalam penelitian ini diadaptasi dari langkah-langkah penelitian dan pengembangan oleh Borg & Gall (1989), yang meliputi tujuh tahap yaitu: *research and information collecting* (penelitian dan pengumpulan informasi), *planning* (perencanaan), *develop preliminary form of product*

(pengembangan produk awal), *preliminary field testing* (uji coba awal), *main product revision* (revisi utama produk), *operational field testing* (uji lapangan operasional), dan *final product revision* (revisi produk akhir). Secara lengkap, langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur penelitian.

### 3.4.1 Penelitian dan Pengumpulan Informasi (*Research and Information Collecting*)

Pada tahap ini digunakan untuk menganalisa kebutuhan dalam penelitian berupa masalah dan potensi yang diteliti. Masalah dan potensi diperoleh dari beberapa sumber informasi, seperti hasil wawancara terhadap guru fisika dan

peserta didik SMA Negeri 1 Patikraja serta studi pustaka baik dari buku, internet maupun jurnal. Informasi tersebut kemudian diolah untuk dijadikan acuan terhadap produk bahan ajar yang dikembangkan. Hasil wawancara serta studi pustaka yang telah dilakukan, diperoleh data bahwa bahan ajar yang ada sekarang ini rata-rata hanya berorientasi pada materi dan latihan soal, belum mengaitkan pengetahuan dalam materi dengan permasalahan-permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari dan belum adanya penyisipan keterampilan abad 21 dan muatan karakter dalam bahan ajar.

#### ***3.4.2 Perencanaan (Planning)***

Tahap perencanaan merupakan tahap untuk membuat rancangan dan desain bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter. Pada tahap ini, peneliti telah mendapatkan rancangan bahan ajar berdasar pada BSNP dan aturan penyusunan bahan ajar sebagai solusi dari permasalahan yang teridentifikasi pada tahap pertama. Tahap ini telah menghasilkan rancangan atau desain awal produk bahan ajar yang akan dikembangkan. Materi dari bahan ajar yang akan dikembangkan adalah fluida. Bahan ajar berbasis STEM yang dikembangkan diintegrasikan dengan keterampilan abad 21 berupa berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan berpikir kreatif serta muatan karakter berupa religius, rasa ingin tahu, disiplin, dan peduli sosial.

#### ***3.4.3 Pengembangan Produk Awal (Develop Preliminary Form of Product)***

Tahap ini dimulai dari pembuatan bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter. Bahan ajar ini disusun dengan tampilan yang menarik, bahasa yang mudah dipahami, dan dilengkapi pengintegrasian aspek STEM pada materi fluida sehingga akan menarik minat belajar peserta didik dan memudahkan peserta didik memahami materi tersebut. Bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter yang telah disusun kemudian dikonsultasikan kepada pakar yaitu dosen pembimbing untuk dilakukan validasi. Selain itu, pada tahap ini disiapkan lembar kelayakan bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter.

#### ***3.4.4 Uji Coba Awal (Preliminary Field Testing)***

Pada tahap ini, bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter telah selesai disiapkan yang selanjutnya akan dilakukan uji coba awal untuk mengetahui kelayakan dan keterbacaan bahan ajar. Uji kelayakan produk dilakukan oleh ahli materi, ahli media, dan praktisi (guru fisika) untuk mengetahui tingkat kelayakan bahan ajar yang dikembangkan. Uji keterbacaan bahan ajar diujikan kepada responden yaitu peserta didik XI MIPA yang telah menerima materi tersebut untuk mengetahui tingkat keterbacaan bahan ajar yang dikembangkan dalam bentuk tes rumpang.

#### ***3.4.5 Revisi Produk Utama (Main Product Revision)***

Tahap ini bertujuan untuk menampung kritik dan saran terhadap bahan ajar yang telah dibuat sehingga dapat memberikan perbaikan pada bahan ajar sebelum digunakan secara massal. Tahap ini dilakukan berdasarkan hasil yang diperoleh pada tahap uji coba produk awal. Dengan menganalisis kekurangan yang teridentifikasi pada uji coba produk awal, maka dapat segera dilakukan revisi terhadap bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter.

#### ***3.4.6 Uji Lapangan Operasional (Operational Field Testing)***

Pada tahap ini dilakukan pengujian bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter pada materi fluida terhadap responden yaitu peserta didik kelas XI MIPA untuk mengetahui respons peserta didik terhadap bahan ajar yang dikembangkan. Pada tahap ini, diukur respons peserta didik terhadap bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter dalam hal kemudahan peserta didik memahami materi fluida secara komprehensif dalam kaitannya dengan aspek sains, teknologi, *engineering*, dan matematika serta kemudahan peserta didik dalam memahami keterampilan abad 21 dan muatan karakter yang dapat dikembangkan dari materi fluida. Desain yang digunakan untuk menguji bahan ajar dalam tahap ini adalah *pre experimental design* dengan model *one-shot case study*. Desain uji coba yang

digunakan dalam penelitian ini, digambarkan sebagai berikut (Sugiyono, 2017, h. 435).

**X O**

keterangan:

- X** : *treatment* berupa pemberian produk bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter kepada peserta didik, kemudian peneliti menjelaskan isi bahan ajar kepada peserta didik.
- O** : observasi dari *treatment* yang telah diterapkan berupa respons peserta didik terhadap bahan ajar melalui angket dan wawancara langsung.

#### **3.4.7 Revisi Produk Akhir (Final Product Revision)**

Pada tahap ini, dilakukan revisi akhir terhadap bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter untuk memperbaiki kekurangan yang teridentifikasi pada tahap uji lapangan operasional. Tahap revisi produk akhir ini penting dilakukan untuk menyiapkan bahan ajar berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter sebelum dipublikasikan atau digunakan secara luas dalam pembelajaran.

### **3.5 Metode Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan tiga metode yaitu:

#### **3.5.1 Metode Wawancara**

Wawancara digunakan sebagai teknik pengumpulan data apabila peneliti ingin melakukan studi pendahuluan untuk menemukan permasalahan yang harus diteliti (Sugiyono, 2017, h. 194). Pada tahap pengumpulan informasi dilakukan wawancara terhadap guru fisika dan beberapa peserta didik SMA Negeri 1 Patikraja untuk memperoleh data tentang bahan ajar fisika yang digunakan oleh peserta didik di sekolah tersebut.

### **3.5.2 Metode Angket**

Angket merupakan teknik pengumpulan data dengan cara memberikan seperangkat pertanyaan kepada responden untuk dijawab (Sugiyono, 2017, h. 199). Angket yang digunakan meliputi angket uji kelayakan dan angket respons peserta didik.

### **3.5.3 Metode Tes**

Metode tes yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tes tertulis berupa tes rumpang. Tes rumpang digunakan untuk mengetahui tingkat keterbacaan bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter pada materi fluida, sehingga diperoleh informasi bahwa bahan ajar tersebut mudah dipahami atau tidak.

## **3.6 Analisis Data Penelitian**

Analisis yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

### **3.6.1 Analisis Instrumen Tes Rumpang**

#### **a. Validitas Tes Rumpang**

Instrumen tes rumpang hanya diuji validitasnya dengan menggunakan teknik *expert judgement* oleh validator.

#### **b. Reliabilitas Tes Rumpang**

Uji reliabilitas untuk instrumen tes rumpang tidak dilakukan. Hal ini didasarkan pendapat Rosmaini (2009), bahwa tes rumpang memiliki reliabilitas yang cukup baik untuk mengukur tingkat kesukaran bacaan dibandingkan rumus lain.

### **3.6.2 Analisis Kelayakan Bahan Ajar**

Analisis kelayakan bahan ajar dilakukan dengan mengolah data yang diperoleh dari angket uji kelayakan oleh dosen ahli materi dan ahli media, serta guru fisika sebagai responden. Angket uji kelayakan disusun berdasarkan acuan

standar penilaian kelayakan buku dari BSNP yang dimodifikasi yaitu aspek penilaian kelayakan isi, penyajian, kebahasaan, dan kegrafikan.

Sistem penskoran dalam angket ini menggunakan skala *likert* yang dimodifikasi oleh Sugiyono (2017, h. 135). Adapun skala yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Skala *likert* angket uji kelayakan

<b>Kriteria</b>	<b>Skor</b>
Sangat Baik	4
Baik	3
Cukup	2
Kurang	1

Selanjutnya, tingkat kelayakan bahan ajar dianalisis menggunakan persamaan berikut (Sudijono, 2014, h. 43):

$$P = \frac{f}{N} \times 100\% \dots\dots\dots (3-1)$$

keterangan:

$P$  : persentase penilaian

$f$  : skor yang diperoleh

$N$  : skor maksimal

Kriteria tingkat kelayakan bahan ajar menurut Akbar (2013, h. 41) ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Kriteria kelayakan bahan ajar

<b>Rentang Persentase</b>	<b>Kriteria</b>
$85\% < P \leq 100\%$	Sangat layak
$70\% < P \leq 85\%$	Layak
$50\% < P \leq 70\%$	Cukup layak
$1\% < P \leq 50\%$	Tidak layak



Berdasarkan Tabel 3.2, bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter dianggap layak untuk digunakan apabila persentase skor penilaian  $> 70\%$ . Apabila persentase skor penilaian  $\leq 70\%$  maka bahan ajar perlu direvisi kembali.

### 3.6.3 Analisis Keterbacaan Bahan Ajar

Analisis keterbacaan bahan ajar dilakukan dengan mengolah data yang diperoleh dari hasil tes rumpang yang dikerjakan oleh peserta didik sebagai responden. Selanjutnya, tingkat keterbacaan bahan ajar dianalisis menggunakan persamaan (3-1).

Kriteria tingkat keterbacaan bahan ajar menurut Rankin & Culhane sebagaimana dikutip oleh Rosmaini (2009) disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Kriteria tingkat keterbacaan bahan ajar (Rankin & Culhane, 1969)

Rentang Persentase	Kriteria
$60\% < P$	Bahan ajar mudah dipahami
$41\% \leq P \leq 60\%$	Bahan ajar sesuai bagi peserta didik
$P \leq 41\%$	Bahan ajar sukar dipahami

Berdasarkan Tabel 3.3, bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter dianggap mudah dipahami oleh peserta didik apabila persentase skor penilaian  $> 60\%$ . Apabila persentase skor penilaian  $< 41\%$  maka tata bahasa bahan ajar perlu direvisi kembali.

### 3.6.4 Analisis Angket Respons Peserta Didik

Analisis respons peserta didik terhadap bahan ajar dilakukan dengan mengolah data yang diperoleh dari angket respons peserta didik setelah menggunakan bahan ajar yang telah dikembangkan. Sistem penskoran dalam angket ini menggunakan skala *likert* yang dimodifikasi oleh Sugiyono (2017, h. 135). Adapun skala yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 3.4. Selanjutnya, data hasil angket respons peserta didik dianalisis menggunakan persamaan (3-1).

Tabel 3.4. Skala *likert* angket respons peserta didik

<b>Kriteria</b>	<b>Skor</b>
Sangat Baik	4
Baik	3
Cukup	2
Kurang	1

Kriteria penilaian respons peserta didik menurut Akbar (2013, h. 41) disajikan pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Kriteria respons peserta didik

<b>Rentang Persentase</b>	<b>Kriteria</b>
$85\% < P \leq 100\%$	Sangat baik
$70\% < P \leq 85\%$	Baik
$50\% < P \leq 70\%$	Cukup baik
$1\% < P \leq 50\%$	Tidak baik

Berdasarkan Tabel 3.5, bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter dianggap sesuai bagi peserta didik untuk digunakan dalam pembelajaran apabila persentase skor penilaian  $> 70\%$  dalam kriteria baik. Apabila persentase skor penilaian  $< 70\%$  maka bahan ajar tersebut perlu direvisi kembali.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah bahan ajar fisika berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter pada materi fluida untuk peserta didik kelas XI SMA/MA. Bahan ajar yang dikembangkan dalam penelitian ini disusun sesuai standar BSNP. Hal tersebut dimaksudkan agar bahan ajar fisika yang dikembangkan dapat digunakan sebagai buku pendukung dalam pembelajaran di sekolah. Adapun penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan, tingkat keterbacaan, dan respons peserta didik terhadap bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter.

#### **4.1 Karakteristik Bahan Ajar**

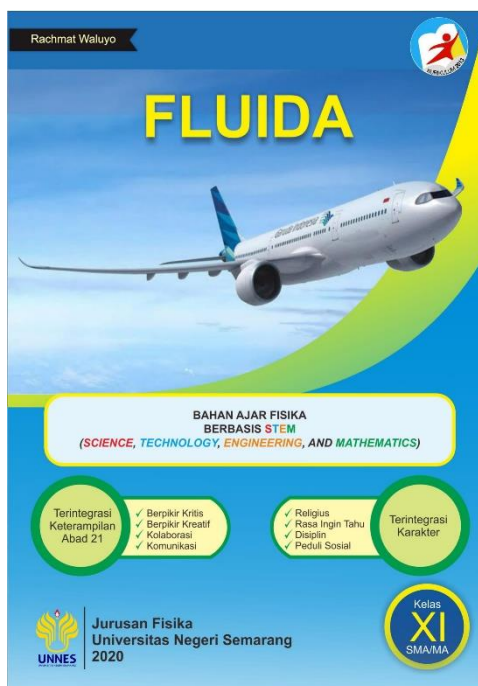
Bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter dibuat dengan menggunakan *software microsoft word 2016* untuk kepentingan penyusunan teks materi dan dibantu dengan *software CorelDraw X7* untuk pembuatan desain grafis bahan ajar. Teks dalam bahan ajar tersebut ditulis dengan jenis huruf *Times New Roman* dan ukuran *font 12-16*. Penggunaan struktur penulisan bahan ajar di atas bertujuan agar bahan ajar terlihat dengan jelas dan mudah dibaca. Hal ini selaras dengan pendapat Nurhadryani *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa jenis dan ukuran huruf yang sesuai akan memudahkan peserta didik dalam mempelajari materi yang terdapat dalam bahan ajar. Selain itu, pada setiap sisi bagian materi bahan ajar diberikan gambar-gambar yang sesuai dengan pembahasan materi. Hal ini bertujuan untuk memberikan rasa nyaman dan memudahkan peserta didik dalam memahami materi pembelajaran yang disajikan dalam bahan ajar. Sejalan dengan hasil penelitian Situmorang (2013) yang menyatakan bahwa bahan ajar yang baik menyajikan gambar-gambar yang dapat memotivasi pembelajar dan dapat digunakan untuk mendukung kegiatan pemecahan masalah. Bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter terbagi menjadi tiga bagian yaitu bagian awal, bagian

isi, dan bagian akhir. Bahan ajar yang dibuat keseluruhannya berjumlah 69 halaman dan dicetak menggunakan kertas A4 (21 cm × 29,7 cm). Hal tersebut dimaksudkan agar bahan ajar fisika yang dikembangkan mudah untuk dibaca dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran di sekolah maupun luar sekolah (Prastowo, 2015, h. 217).

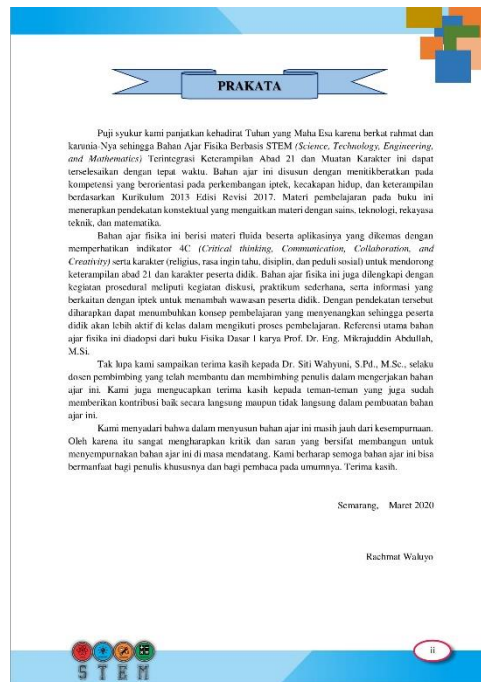
Pada bagian awal berisi kover, prakata, profil singkat bahan ajar, daftar isi, petunjuk penggunaan bahan ajar, kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi, serta peta konsep. Halaman depan (kover) memuat judul bahan ajar disertai ilustrasi/gambar yang berkaitan dengan materi fluida serta nilai-nilai keterampilan 4C dan karakter yang dikembangkan dalam bahan ajar, jenjang pendidikan, nama penyusun, dan tulisan lembaga (Daryanto & Dwicahyono, 2014, h. 194). Prakata berisi ungkapan yang disampaikan oleh penulis atas bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter yang telah dibuat. Profil singkat bahan ajar berisi penjelasan mengenai pembelajaran berbasis STEM, keterampilan abad 21 (4C), dan muatan karakter yang terdapat dalam bahan ajar. Melalui profil singkat bahan ajar ini, peserta didik dapat mengetahui informasi tentang keterampilan 4C dan pendidikan karakter serta betapa pentingnya keterampilan 4C dan pendidikan karakter dalam pembelajaran untuk mempersiapkan peserta didik dalam menghadapi abad 21 yang salah satunya dapat diperoleh dari pembelajaran berbasis STEM yang didalamnya diintegrasikan dengan pengembangan keterampilan abad 21 dan pendidikan karakter. Daftar isi memuat keseluruhan isi bahan ajar secara urut, singkat, dan garis besarnya. Melalui daftar isi ini, peserta didik dapat menemukan dengan mudah halaman-halaman tertentu berdasarkan topik tertentu dalam bahan ajar. Petunjuk penggunaan bahan ajar berisi petunjuk bagaimana cara memaksimalkan penggunaan bahan ajar dan beberapa penjelasan mengenai konten-konten yang terdapat dalam bahan ajar. Kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi dalam bahan ajar ini disusun dalam bentuk tabel dengan tujuan memudahkan peserta didik untuk mengetahui informasi mengenai pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang harus dikuasai setelah peserta didik mempelajari materi fluida. Peta konsep dalam bahan ajar ini disusun dalam bentuk diagram untuk memudahkan peserta didik dalam mengetahui hubungan-hubungan yang berarti antara konsep-konsep dan

menekankan gagasan pokok dalam bahan ajar. Hal ini selaras dengan pendapat Widyahening (2018) yang menyatakan bahwa diagram dalam proses belajar mengajar membantu peserta didik dalam memahami bagaimana sebuah topik utama dapat memiliki gagasan yang beraneka macam dan saling berkaitan satu sama lain.

Adapun hasil pengembangan produk bahan ajar pada bagian awal disajikan pada gambar di bawah berikut ini.



Gambar 4.1 Bagian kover bahan ajar.



Gambar 4.2 Bagian prakata bahan ajar.



Gambar 4.3 Bagian profil singkat bahan ajar.

DAFTAR ISI	
HALAMAN SAMBUL .....	i
PRAKATA .....	ii
PROFIL SINGKAT BAHAN AJAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
PETUNJUK PENGGUNAAN BAHAN AJAR .....	v
A. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi .....	vii
B. Peta Konsep .....	viii
C. Uraian Materi .....	1
Fluida Statis .....	2
1. Massa Jenis .....	2
2. Tekanan Fluida .....	4
3. Hukum Pascal .....	11
4. Hukum Archimedes .....	15
5. Tegangan Permukaan .....	22
6. Meniskus dan Kapilaritas .....	25
7. Viskositas dan Hukum Stokes .....	28
Fluida Dinamis .....	31
1. Fluida Ideal .....	31
2. Debit Fluida .....	32
3. Daya oleh Debit Fluida .....	34
4. Hukum Kontinuitas .....	35
5. Hukum Bernoulli .....	38
6. Penerapan Asas Kontinuitas dan Bernoulli .....	47
D. Rangkuman .....	58
E. Uji Kompetensi .....	59
GLOSARIUM .....	61
DAFTAR PUSTAKA .....	62

Gambar 4.4 Bagian daftar isi bahan ajar.

### PETUNJUK PENGGUNAAN BAHAN AJAR

- Bacalah petunjuk penggunaan buku ini dengan seksama.
- Pelajari setiap materi yang terdapat pada buku dengan baik.
- Kerjakan berbagai tugas yang terdapat dalam buku dengan jujur, teliti, dan benar.
- Setelah mempelajari seluruh materi dalam buku, kerjakanlah soal-soal pada evaluasi.
- Pahami beberapa petunjuk berikut ini:

**Pendahuluan**

Sebelum kalian membaca isi materi, kalian akan menjumpai bagian apresiasi yang memberikan gambaran untuk membuka wawasan kalian mengenai bab tersebut. Melalui bagian ini kalian akan merasakan bahwa materi yang akan kalian pelajari ternyata begitu besar manfaatnya dalam kehidupan.

**Nilai Karakter**

Berisi nilai-nilai karakter yang dapat dipelajari dari materi fluida.

**Contoh Soal**

Berisi contoh soal dari materi yang telah disajikan.

**Ayo, Diskusi!**

Berisi kegiatan diskusi yang terintegrasi keterampilan abad 21 (4C).

**Uji Kompetensi**

Berisi soal-soal untuk mengetahui kemampuan peserta didik mengenai materi fluida.

**Rangkuman**

Berisi tentang ringkasan materi yang telah dipelajari.

**Glosarium**

Berisi tentang istilah-istilah asing.

**Daftar Pustaka**

Berisi sumber-sumber yang menjadi rujukan materi dalam bahan ajar.

Bahan ajar fisika berbasis STEM ini memuat materi esensial tentang fluida. Terdapatnya unsur S, T, E, dan M dalam bahan ajar ini menjadikan materi pelajaran lebih menarik, mendalam, dan bermakna. Kalian dapat memetakan aspek-aspek S, T, E, dan M tersebut dalam kolom Rubrik STEM, dengan lambang sebagai berikut.

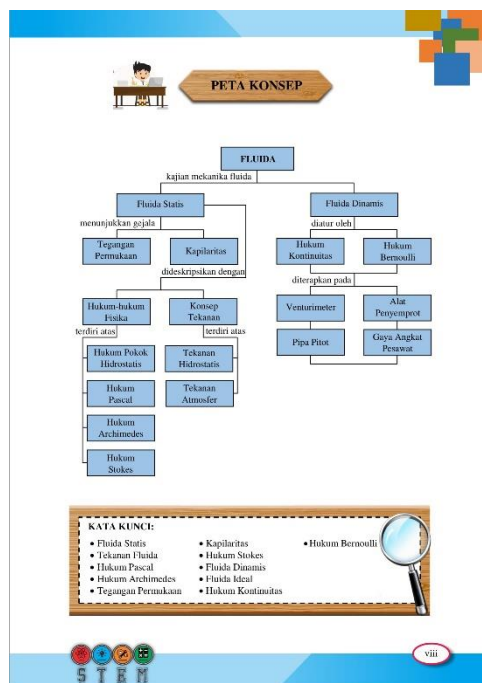
(S) : Menunjukkan kaitan antara materi fluida dengan aspek sains.  
(T) : Menunjukkan kaitan antara materi fluida dengan aspek teknologi.  
(E) : Menunjukkan kaitan antara materi fluida dengan aspek *engineering* (rekayasa teknik).  
(M) : Menunjukkan kaitan antara materi fluida dengan aspek matematika.

Gambar 4.5 Bagian petunjuk penggunaan bahan ajar.

**Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi**

Kompetensi Dasar	Indikator
3.3 Menerapkan hukum hukum fluida statik dalam kehidupan sehari-hari.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Menerapkan tekanan fluida dan hukum utama hidrostatika.</li> <li>➤ Menerapkan konsep hukum Pascal dalam kehidupan sehari hari.</li> <li>➤ Menerapkan hukum Archimedes.</li> <li>➤ Menganalisis peristiwa meniskus dan gejala kapilaritas.</li> <li>➤ Menganalisis viskositas dan hukum Stokes.</li> </ul>
4.3 Merancang dan melakukan percobaan yang memanfaatkan sifat-sifat fluida statik, berikut presentasi hasil percobaan dan pemuatannya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Merancang dan melakukan percobaan yang menerapkan hukum Archimedes.</li> <li>➤ Menyajikan hasil percobaan berkaitan hukum Archimedes.</li> </ul>
3.4 Menerapkan prinsip fluida dinamik dalam teknologi	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mendeskripsikan teori fluida ideal dan asis kontinuitas.</li> <li>➤ Menggunakan persamaan fluida ideal dan asis kontinuitas untuk menyelesaikan permasalahan.</li> <li>➤ Menganalisis hukum Bernoulli dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.</li> <li>➤ Menjelaskan dan membedakan prinsip kerja teorema Toricelli, venturimeter, dan tabung pitot untuk menghitung kecepatan fluida dinamik.</li> <li>➤ Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi gaya angkat pada sayap pesawat dan prinsip kerja penyemprot parfum.</li> <li>➤ Menerapkan hukum-hukum dasar fluida dinamis dalam mengerjakan soal-soal terkait.</li> </ul>
4.4 Membuat dan menguji proyek sederhana yang menerapkan prinsip dinamika fluida.	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Merancang dan melaksanakan percobaan yang menerapkan prinsip fluida ideal dan asis kontinuitas.</li> <li>➤ Merancang dan melaksanakan percobaan yang menerapkan asis kontinuitas dan hukum Bernoulli.</li> </ul>

Gambar 4.6 Bagian kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi bahan ajar.

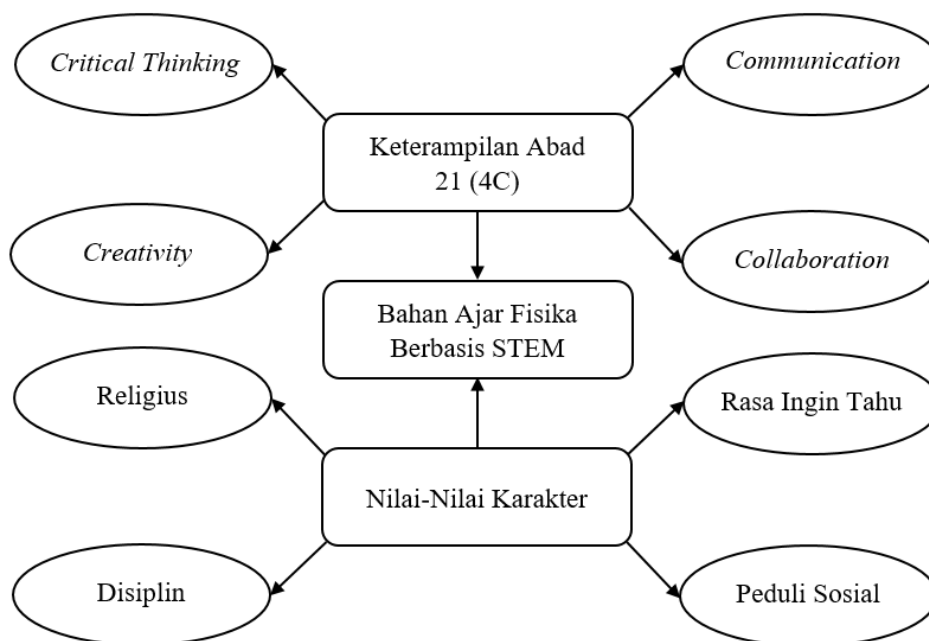


Gambar 4.7 Bagian peta konsep bahan ajar.



Bagian isi terdiri dari pendahuluan yang berisi apersepsi atau gambaran untuk membuka wawasan peserta didik mengenai fluida secara umum, dalam bahan ajar yang dikembangkan ini terdiri dari dua bab yaitu fluida statis dan fluida dinamis. Pada masing-masing bab terdapat kegiatan diskusi yang terintegrasi keterampilan abad 21 (4C) yang termuat dalam konten “Ayo, Mengamati!” dan “Ayo, Diskusi!”. Pada bagian awal sebelum penjelasan materi terdapat konten “Ayo, Belajar!” yang berisi kata kunci dan pentingnya mempelajari materi itu. Uraian materi dalam bahan ajar yang dikembangkan ini disajikan dengan rinci dan disusun secara sistematis sehingga memudahkan peserta didik dalam memahami materi. Selain itu, terdapat konten “Ayo, Cobalah!” dan “Ayo, Berproyek!” yang berisi kegiatan eksperimen dan kegiatan proyek (membuat prototipe dari sebuah alat yang menerapkan konsep tertentu) yang dilengkapi dengan lembar kerja peserta didik. Unsur kontekstual dan keterkaitan STEM dimunculkan dalam konten “Rubrik STEM”. Nilai-nilai karakter religius, rasa ingin tahu, disiplin, dan peduli sosial dimuat pada konten “Nilai Karakter”. Konten-konten lain seperti konten “Tokoh Kita” yang berisi tentang tokoh-tokoh sejarah yang berjasa menemukan konsep-konsep fisika, konten “Contoh Soal” yang berisi contoh soal dari materi yang telah disajikan, dan konten “Uji Kompetensi” yang berisi soal-soal untuk mengetahui kemampuan peserta didik mengenai materi fluida juga termuat dalam bahan ajar fisika yang dikembangkan ini. Format penyusunan isi bahan ajar yang dikembangkan ini juga dibuat secara konsisten dari awal hingga akhir. Hal ini selaras dengan pernyataan Arsyad (2014), bahwa setiap media berbasis cetak harus memperhatikan konsistensi format penyusunannya.

Karakteristik utama bahan ajar yang dikembangkan ini adalah pembelajaran berbasis STEM yang diintegrasikan dengan keterampilan abad 21 dan muatan karakter. Penyajian pembelajaran berbasis STEM termuat dalam keterkaitan antara materi dan aspek STEM serta terintegrasi keterampilan abad 21 (4C) dan nilai-nilai karakter dengan susunan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Bagan keterkaitan bahan ajar fisika berbasis STEM dengan keterampilan abad 21 (4C) dan nilai-nilai karakter.

Secara rinci karakteristik materi dalam bahan ajar yang dikembangkan dijelaskan sebagai berikut.

### 1. Berbasis STEM

Bahan ajar fisika yang dikembangkan ini memiliki karakteristik pembelajaran berbasis STEM. Pembelajaran berbasis STEM merupakan pembelajaran yang menggunakan pendekatan interdisiplin dari sains, teknologi, *engineering*, dan matematika dalam konteks nyata yang menghubungkan antara sekolah, dunia kerja, dan dunia global (Reeve, 2013). Materi fisika yang dikembangkan dalam bahan ajar ini yaitu materi fluida yang kemudian dalam proses pembelajarannya materi fluida dapat diintegrasikan dengan aspek STEM. Hal tersebut bertujuan untuk dapat memberikan kesan pembelajaran yang bermakna bagi peserta didik, melalui integrasi antara sains, teknologi, *engineering*, dan matematika secara sistematis yang dapat membuat peserta didik mampu memecahkan masalah menjadi lebih baik serta dapat meningkatkan pengetahuan peserta didik khususnya dalam karir di bidang STEM (Tseng *et al.*, 2013).

Deskripsi dari integrasi masing-masing aspek STEM dalam bahan ajar yang dikembangkan dapat dijelaskan sebagai berikut.

a. Aspek Sains

Aspek sains merupakan aspek utama dalam bahan ajar yang dikembangkan. Hal ini dikarenakan subjek fisika merupakan salah satu domain utama dalam ilmu sains. Aspek sains dalam bahan ajar yang dikembangkan disajikan pada masing-masing bab fluida statis dan fluida dinamis, seperti hukum Pascal, hukum Archimedes, hukum Kontinuitas, hukum Bernoulli dan sub bab lain dalam materi fluida. Aspek ini disajikan dalam bentuk permasalahan dan pembahasan materi yang mengarahkan peserta didik pada penemuan suatu konsep. Aspek sains dalam konten “Rubrik STEM” dapat ditemukan dengan lambang huruf “S”.

b. Aspek Teknologi

Penyajian aspek teknologi dalam bahan ajar yang dikembangkan berupa penerapan konsep-konsep pada materi fluida dalam kehidupan sehari-hari seperti pompa air, dongkrak hidrolik, infus, *shower*, sayap pesawat terbang, dan teknologi lain terkait materi fluida. Aspek ini disajikan dalam bentuk informasi pendukung tentang pemanfaatan teknologi pada suatu konsep. Aspek teknologi dalam konten “Rubrik STEM” dapat ditemukan dengan lambang huruf “T”.

c. Aspek Teknik (*Engineering*)

Aspek teknik dalam bahan ajar yang dikembangkan diintegrasikan dalam bentuk penjelasan mengenai prinsip kerja suatu teknologi yang menggunakan konsep-konsep dalam materi fluida, kegiatan proyek sederhana (membuat prototipe dari sebuah alat yang menerapkan konsep tertentu), dan pertanyaan mengenai bagaimana desain yang mendukung suatu teknologi supaya dalam pemanfaatannya dapat lebih dimaksimalkan. Aspek teknik (*engineering*) dalam konten “Rubrik STEM” dapat ditemukan dengan lambang huruf “E”.

d. Aspek Matematika

Aspek matematika dapat ditemui hampir di segala bagian bahan ajar. Hal ini dikarenakan definisi, teori, dan model fisika selalu dinyatakan dengan hubungan matematis. Aspek matematika dalam bahan ajar yang dikembangkan disajikan dalam bentuk informasi matematis yang berkaitan dengan

rumusan/symbol/besaran/operasi matematika pada materi fluida yang sedang dibahas. Aspek matematika dalam konten “Rubrik STEM” dapat ditemukan dengan lambang huruf “M”.

## 2. Terintegrasi Keterampilan Abad 21

Bahan ajar yang dikembangkan memiliki karakteristik terintegrasi keterampilan abad 21 atau yang dikenal dengan keterampilan 4C (*Critical thinking, Communication, Collaboration, and Creativity*). Hal ini selaras dengan Permendikbud nomor 20 tahun 2016 yang menyatakan bahwa keterampilan yang harus dikuasai peserta didik untuk jenjang SMA/MA adalah peserta didik harus memiliki keterampilan berpikir kreatif, produktif, kritis, mandiri, kolaboratif, dan komunikatif. Keterampilan 4C merupakan salah satu keterampilan yang tercantum dalam standar kompetensi lulusan serta harus dikuasai peserta didik sesuai dengan jenjang pendidikannya. Keterampilan 4C juga merupakan keterampilan yang dikembangkan dalam kurikulum STEM. Sebagaimana Beers (2011), mengungkapkan bahwa pengembangan keterampilan 4C dalam pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan belajar peserta didik (Beers, 2011).

Deskripsi dari integrasi masing–masing keterampilan 4C dalam bahan ajar yang dikembangkan dapat dijelaskan sebagai berikut.

### a. *Critical Thinking* (Berpikir Kritis)

Keterampilan berpikir kritis dalam bahan ajar yang dikembangkan diintegrasikan dalam bentuk kegiatan pembelajaran berbasis STEM yang berkaitan dengan pemecahan masalah. Sebagaimana Saputra *et al.* (2019) menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis dapat dikembangkan melalui pembelajaran yang melibatkan peserta didik secara aktif dalam kegiatan diskusi untuk memecahkan suatu masalah. Kegiatan pembelajaran yang berkaitan dengan pemecahan masalah dan diskusi kelompok dalam bahan ajar dapat ditemukan dalam konten “Ayo, Mengamati”, “Ayo, Cobalah!”, “Ayo, Berproyek!”, dan “Ayo, Diskusi!”. Berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan yang dapat membantu peserta didik untuk bertahan hidup pada abad 21. Hal ini sejalan dengan pendapat Pilgrim *et al.* (2019) yang menyatakan

bahwa berpikir kritis merupakan keterampilan penting yang perlu dikembangkan peserta didik di sekolah pada era informasi.

b. *Communication* (Komunikasi)

Keterampilan komunikasi dalam bahan ajar yang dikembangkan diintegrasikan pada kegiatan pembelajaran yang berkaitan dengan pemecahan masalah dalam bentuk kegiatan berkelompok dan presentasi hasil diskusi. Sebagaimana hasil penelitian Choridah (2013) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis masalah yang melibatkan kegiatan kelompok dan presentasi dapat memacu peserta didik untuk berkomunikasi dengan teman dan gurunya. Selain menyajikan kegiatan diskusi berbasis masalah beberapa konten “Ayo, Mengamati”, “Ayo, Cobalah!”, “Ayo, Berproyek!”, dan “Ayo, Diskusi!” juga menyajikan instruksi yang mengarahkan peserta didik untuk memaksimalkan presentasinya seperti pemanfaatan fitur-fitur dalam *Microsoft Powerpoint* sehingga presentasi peserta didik menjadi lebih menarik. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Tenedero (2017) yang menyatakan bahwa keterampilan komunikasi dan penguasaan teknologi di bidang komunikasi merupakan aspek penting dalam dunia pekerjaan.

c. *Collaboration* (Kolaborasi)

Keterampilan kolaborasi dalam bahan ajar yang dikembangkan diintegrasikan pada kegiatan kerja kelompok dan presentasi hasil diskusi. Sebagaimana Scott (2015, h. 5) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis masalah dan proyek yang melibatkan kegiatan kelompok atau bekerja secara kolaboratif dapat memacu peserta didik untuk mengembangkan kemampuan kolaborasinya. Kegiatan pembelajaran yang berkaitan dengan kegiatan kolaboratif antar peserta didik dalam bahan ajar dapat ditemukan dalam konten “Ayo, Mengamati”, “Ayo, Cobalah!”, “Ayo, Berproyek!”, dan “Ayo, Diskusi!”. Kolaborasi merupakan salah satu keterampilan yang dibutuhkan pada abad 21 dan diperlukan peserta didik untuk mempermudah mereka dalam memecahkan suatu masalah. Manfaat keterampilan kolaborasi dalam pembelajaran di sekolah di antaranya adalah menciptakan ide-ide baru, mampu menciptakan suatu solusi

yang lebih baik, dan memberi hasil yang sukses bagi peserta didik dan gurunya (Morgan & College, 2016; Rifai & Anni, 2018, h. 206; Ronfeldt *et al.*, 2015).

d. *Creativity* (Kreativitas/Berpikir Kreatif)

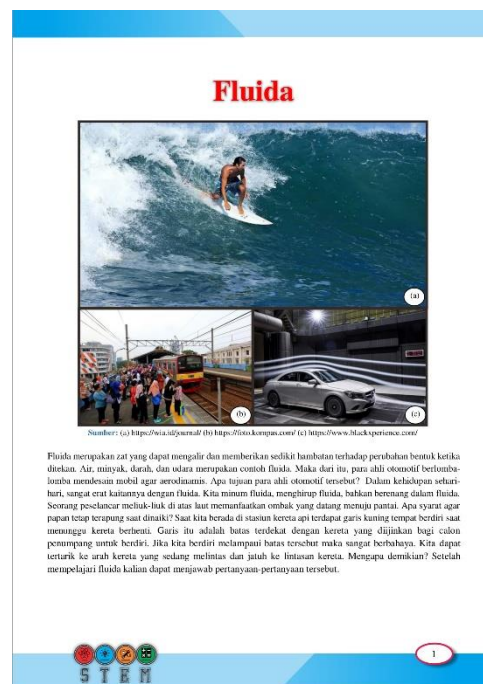
Keterampilan berpikir kreatif dalam bahan ajar yang dikembangkan diintegrasikan dalam bentuk kegiatan pembelajaran berbasis STEM yang berkaitan dengan pemecahan masalah. Sebagaimana hasil penelitian Irfana *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis STEM dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Kegiatan pembelajaran berbasis STEM yang berkaitan dengan pemecahan masalah dalam bahan ajar dapat ditemukan dalam konten “Ayo, Mengamati”, “Ayo, Cobalah!”, “Ayo, Berproyek!”, dan “Ayo, Diskusi!”. Berpikir kreatif merupakan salah satu keterampilan abad 21 yang dikembangkan dalam dunia pendidikan karena dianggap penting bagi perekonomian di banyak negara (Newton & Newton, 2014). Hal ini sejalan dengan pendapat Siburian *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa manfaat nyata berpikir kreatif bagi peserta didik adalah meningkatkan pemahaman dan hasil belajar kognitif peserta didik.

### 3. Bermuatan Nilai Karakter

Bahan ajar yang dikembangkan juga memiliki karakteristik bermuatan nilai-nilai karakter meliputi religius, rasa ingin tahu, disiplin, dan peduli sosial. Karakter tersebut dipilih berdasarkan pada analisis kebutuhan dan konteks materinya (Nurgiyantoro & Efendi, 2013). Pengintegrasian nilai-nilai karakter tersebut tercermin pada instruksi-instruksi dalam kegiatan diskusi, praktikum, dan proyek dalam bahan ajar. Hal ini sejalan dengan hasil Khusniati (2012) yang menyatakan bahwa kegiatan menemukan konsep secara mandiri seperti kegiatan praktikum dapat menumbuhkan berbagai macam karakter dalam diri peserta didik. Selain itu, untuk lebih memaksimalkan penanaman karakter dalam bahan ajar yang dikembangkan juga terdapat konten “Nilai Karakter” berisi instruksi ataupun informasi mengenai keterkaitan materi dengan keempat nilai karakter yang dikembangkan sehingga mampu memotivasi peserta didik untuk lebih meningkatkan nilai karakternya. Konten “Nilai Karakter” ini disajikan dalam

sebuah kolom kotak tersendiri, hal ini didasarkan pendapat Arsyad (2014, h. 88), bahwa penekanan menggunakan kotak dapat digunakan untuk menandai informasi penting dalam bahan ajar. Berdasarkan hasil penelitian Pala (2011) yang menunjukkan bahwa penanaman karakter dalam diri peserta didik dapat berjalan efektif jika dilakukan secara berulang dan terus-menerus. Dengan demikian, dalam proses pembelajaran guru dapat melakukan penanaman nilai-nilai karakter secara berulang.

Adapun beberapa contoh hasil pengembangan produk bahan ajar pada bagian isi disajikan pada gambar di bawah berikut ini.



Gambar 4.9 Bagian pendahuluan bahan ajar.

## A. Fluida Statis

Pembahasan fluida dimulai dengan fluida statis atau fluida diam. Untuk menyederhanakan pembahasan dalam bab ini, fluida yang akan dibahas yaitu fluida ideal. Mengapa demikian?



### Ayo, Belajar!

*Pokok Bahasan* : Fluida statis.

*Kata Kunci* : Fluida statis, tekanan fluida, hukum Pascal, hukum Archimedes, tegangan permukaan, meniskus dan kapilaritas, viskositas dan hukum Stokes.

#### *Mengapa Penting?*

Setelah kita mempelajari materi fluida statis, kita dapat memahami konsep tentang fluida statis dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

Gambar 4.10 Bagian konten “Ayo, Belajar!” pada bahan ajar.

## 4. Hukum Archimedes

Pada sub bab sebelumnya kalian telah mempelajari mengenai tekanan hidrostatik dan pemanfaatannya. Pada sub bab ini, kalian akan mempelajari hukum Archimedes. Sebelum mempelajari lebih lanjut tentang hukum Archimedes, mari lakukan kegiatan berikut.



### Ayo, Mengamati!

Perhatikan gambar kapal selam pada Gambar 18!

Salah satu teknologi canggih yang memanfaatkan prinsip mengapung, melayang, dan tenggelam adalah teknologi kapal selam. Kapal selam memiliki ruang khusus penampung air. Jumlah air yang ditampung dapat ditambah dan dikurangi.

**Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini!**

1. Bagaimana cara kerja kapal selam tersebut?
2. Berikan tanggapan kalian terhadap desain kapal selam tersebut!
3. Analisis faktor-faktor apa saja yang menyebabkan kapal selam mampu mengapung, melayang, dan tenggelam!
4. Setelah kalian menjawab pertanyaan di atas, buatlah kesimpulan sesuai dengan jawaban kalian!



**Gambar 18.** Teknologi kapal selam.  
(Sumber: <https://www.penamerdeka.com/>)

Gambar 4.11 Bagian konten “Ayo, Mengamati!” pada bahan ajar.



### 3. Tabung Pitot

Tabung pitot atau pipa pitot digunakan untuk mengukur kelajuan dan tekanan gas. Skema pipa pitot ditunjukkan pada Gambar 60. Gas (udara) dengan massa jenis  $\rho$  mengalir melalui pipa di titik a yang sejajar dengan arah aliran gas sehingga kelajuan gas di titik a sama dengan kelajuan aliran di luar tabung,  $v_a = v$ .

Tabung pitot dilengkapi dengan manometer berisi fluida dengan massa jenis  $\rho'$ , lubang kolom kanan manometer tegak lurus terhadap aliran sehingga kelajuan gas di titik b sama dengan nol ( $v_b = 0$ ). Apabila  $p_a$  adalah tekanan di titik a dan  $p_b$  adalah tekanan di titik b, maka persamaan Bernoulli menjadi

$$p_a + \frac{1}{2}\rho v_a^2 = p_b + \frac{1}{2}\rho v_b^2$$

Karena  $v_b = 0$  dan  $v_a = v$ . Akibatnya,

$$p_b - p_a = \frac{1}{2}\rho v^2 \quad (43)$$

Beda tekanan antara a dan b sama dengan tekanan hidrostatis zat cair manometer dengan ketinggian  $h$ . Sehingga,

$$p_b - p_a = \rho' g h \quad (44)$$


Substitusi Persamaan (43) ke Persamaan (44) diperoleh

$$v = \sqrt{\frac{2\rho'gh}{\rho}} \quad (45)$$

dengan  $v$ : kelajuan gas yang diukur ( $m/s$ ),  $\rho$ : massa jenis gas ( $kg/m^3$ ),  $\rho'$ : massa jenis gas pengisi manometer ( $kg/m^3$ ),  $g$ : percepatan gravitasi bumi ( $m/s^2$ ), dan  $h$ : perbedaan tinggi kolom udara pada manometer (m).

**Tokoh Kita**

**Henri Pitot** (1695-1771) adalah seorang insinyur hidrolik Prancis dan penemu tabung pitot. Pada tahun 1724, Pitot menemukan pemilihan untuk *Academy of Sciences*. Ia menjadi tertarik pada masalah aliran air di sungai dan kanal serta menemukan banyak teori kontemporer. Ia merancang tabung dengan pembacuan terhadap aliran, yang menyediakan pengukuran yang mudah dan cukup akurat dari kecepatan aliran.



Gambar 61. Henri Pitot. (Sumber: <https://www.gesdiknas.go.id/ppor.com/>)

Gambar 4.12 Bagian uraian materi bahan ajar.

### Ayo, Cobalah!

#### Gaya Archimedes

**Tujuan**

- Mengetahui pengaruh volume benda yang tercelup terhadap gaya Archimedes yang bekerja pada benda tersebut.
- Mengidentifikasi penurunan rumus gaya Archimedes yang bekerja pada benda.

**Alat dan bahan**

- Neraca pegas
- Gelas beker
- Balok berukuran panjang 10 cm, lebar 5 cm, dan tinggi 5 cm
- Air secukupnya

**Langkah kerja**

- Siapkan seluruh alat dan bahan yang dibutuhkan.
- Letakkan gelas beker dengan air minimal setengah bagianya kemudian ukur volumenya ( $V_0$ ).
- Gantungkan balok pada neraca pegas dan ukur beratnya saat di udara ( $w$ ).
- Masukkan sebagian volume balok ke dalam gelas beker yang berisi air. Bersamaan dengan itu, ukurlah volume air ( $V$ ) dan berat balok saat di dalam air ( $W$ ).
- Tentukan volume balok yang tercelup dengan rumus  $V_T = V - V_0$ .
- Tentukan gaya Archimedes yang bekerja pada balok dengan rumus  $F_A = w - W$ .
- Ulangi langkah 3 sampai 6 dengan memvariasikan volume balok yang tercelup, minimal 6 data.

**Hasil Pengamatan**

$V_0 =$  cm<sup>3</sup> dan  $w =$  N

No.	$V$ (cm <sup>3</sup> )	$W$ (N)	$V_T$ (cm <sup>3</sup> )	$F_A$ (N)

**Analisis Data**

- Buatlah grafik hubungan antara volume benda tercelup ( $V_T$ ) terhadap gaya Archimedes ( $F_A$ ).
- Tentukan kecenderungan bentuk kurva yang diperoleh, kemudian buatlah kesimpulan dari percobaan yang telah kalian lakukan.
- Buatlah kesimpulan dari percobaan yang telah kalian lakukan.

Gambar 4.13 Bagian konten “Ayo, Cobalah!” pada bahan ajar.

**Rubrik STEM**

**Infus**

Pernahkah kalian melihat infus? Infus biasanya ditemukan di rumah sakit. Orang yang kekurangan cairan harus diinfus untuk mengembalikan cairan tubuhnya. Beberapa obat dimasukkan dalam tubuh melalui infus sehingga bisa segera diserap sel-sel tubuh. Botol infus diletakkan agak tinggi dan dihubungkan dengan selang serta jarum yang ditusukkan ke dalam pembuluh darah. Dengan demikian, cairan infus bisa langsung masuk ke dalam aliran darah. Agar cairan infus bisa masuk ke dalam pembuluh darah maka tekanan yang dimiliki cairan infus harus lebih tinggi daripada tekanan darah. Ini dilakukan dengan meninggikan posisi botol infus (Gambar 25). **(T)**

Tekanan cairan infus sama dengan tekanan atmosfer ditambah tekanan hidrostatik akibat ketinggian botol infus. Tekanan atmosfer adalah 76 cmHg. Maka tekanan hidrostatik cairan infus adalah **(S)**

$$p = \rho_l g h$$

Misalkan massa jenis cairan infus sama dengan massa jenis air maka


$$p = 1.000 \times 9,8 \times h = 9.800h$$

Jika tekanan tersebut dinyatakan dalam cmHg maka

$$p = (9.800/13.600 \times 9,8)h = 0,074h$$

dengan  $h$  dalam cm. Misalkan tinggi botol infus adalah 1 meter = 100 cm, maka tekanan hidrostatik cairan infus adalah  $p = 0,074 \times 100 = 7,4$  cmHg. **(M)**

Dengan demikian, tekanan total cairan infus adalah 76 cmHg + 7,4 cmHg = 83,4 cmHg. Tekanan darah normal manusia adalah 80 cmHg – 120 cmHg. Dengan tekanan cairan infus 83,4 cmHg maka cairan infus dapat masuk ke dalam darah saat tekanan darah dibawah 83,4 cmHg. Saat tekanan darah tepat sama dengan tekanan cairan infus, maka cairan infus berhenti masuk ke dalam darah. Untuk pasien yang memiliki tekanan darah tinggi posisi botol infus harus lebih tinggi sehingga tekanan total yang dihasilkan lebih tinggi daripada tekanan darah pasien. **(E)**



**Gambar 25.** Skema infus.  
(Sumber: <https://m.liputan6.com/>)

Gambar 4.14 Bagian konten “Rubrik STEM” pada bahan ajar.

**Ayo, Diskusi!**

**Karburator dan Injektor**

Karburator adalah alat pencampur bahan bakar dan udara. Pencampuran tersebut bertujuan untuk mempermudah pembakaran pada silinder mesin. Cara kerja dari karburator adalah sebagai berikut. Perhatikan Gambar 59 penampang bagian atas pipa venturi menyempit sehingga udara yang bergerak pada bagian tersebut mempunyai kelajuan yang tinggi dan berakibat tekanan pada bagian tersebut rendah. Tekanan dalam tangki bensin sama dengan tekanan atmosfer. Adanya tekanan atmosfer menyebabkan bahan bakar tersembur keluar sehingga bahan bakar bercampur dengan udara sebelum memasuki silinder mesin. Semburan bahan bakar cair yang bercampur dengan udara menghasilkan gas yang disebut *manzel* dan 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.

Namun, saat ini penggunaan karburator sudah mulai digantikan dengan teknologi injeksi. Teknologi injeksi memiliki komponen penting yang disebut injektor. Secara sederhana, karburator dan injektor mirip dengan alat semprot yang berisi bahan bakar. Pada karburator memanfaatkan tekanan atmosfer, sedangkan pada injektor dibantu dengan pompa elektronik untuk mengatur daya isap dan semprotnya. Teknologi injeksi terbukti lebih irit bahan bakar dan menurunkan emisi gas buang sehingga lebih ramah lingkungan.

**Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini!**

1. Berdasarkan penjelasan di atas, bagaimanakah Hukum Bernoulli diterapkan?
2. Analislah bagaimana pompa elektronik pada teknologi injeksi mampu lebih menghemat bahan bakar dan menurunkan emisi gas buang dari pada karburator!
3. Kesimpulan apakah yang dapat kalian ambil dari bacaan di atas?



**Gambar 59.** Mesin karburator.  
(Sumber: <https://fastnlow.net/>)

Gambar 4.15 Bagian konten “Ayo, Diskusi!” pada bahan ajar.

**Ayo, Berproyek!**

Dari pembahasan sebelumnya, kalian telah mengetahui apa itu dongkrak hidrolik dan prinsip apa yang menjadi dasar pembuatan dongkrak hidrolik. Untuk lebih memahami bagaimana cara kerja dongkrak hidrolik, cobalah membuat *prototype* dongkrak hidrolik sederhana!

**Dongkrak Hidrolik Sederhana**

**Alat dan bahan:**


1. Stik es krim 14 batang
2. Spuit (sprit) 2 buah
3. Selang plastik  $\pm$  30 cm
4. Lem kayu
5. Kawat dengan diameter kecil kurang lebih 3 meter
6. Pisau cutter
7. Bambu bekas tusuk sate
8. Kertas kartus bekas

**Langkah-langkah perancangan alat:**

1. Masukkan selang pada ujung tabung suntikan, kemofian inilah tabung suntikan dengan air.
2. Labangi 12 stik es krim di bagian tengah dan kedua ujungnya.
3. Sarukan stik es krim menggunakan kawat membuat suatu persilangan.
4. Hubungkan bagian bawah dari dua buah susunan stik dengan menggunakan bambu tusuk sate.
5. Bantakan ujung bambu yang satu pada kertas kartus, sementara ujung bambu lain diikatkan pada ujung suntikan.
6. Tempelkan potongan kartus pada ujung tungkai stik menggunakan lem.
7. Susun dan pasangkan semua bagian alat yang telah dibuat seperti pada Gambar 17.

**Gambar 17** Desain dongkrak hidrolik sederhana. Sumber: <https://www.guramir.com/>

Buatlah *prototype* dongkrak hidrolik sesuai dengan petunjuk di atas secara berkelompok, kemudian presentasikanlah di depan kelas! Kesimpulan apakah yang dapat kalian ambil dari kegiatan tersebut? Kegiatan Ayo Berproyek perlu dipresentasikan di depan kelas. Kalian dapat menggunakan media presentasi *Microsoft Power Point*. Saat menggunakannya, sebaiknya kalian tampilan info grafis dan hasil diskusi. Gunakan juga *hyperlink* dan animasi supaya tampilan presentasi kalian lebih menarik.



Gambar 4.16 Bagian konten “Ayo, Berproyek!” pada bahan ajar.

**Nilai Karakter**

**Disiplin**

Sahabat, lakukanlah kegiatan proyek ini dengan penuh ketekunan dan kedisiplinan! Dengan mengikuti prosedur proyek ini, kalian akan mendapat pemahaman yang lebih dalam mengenai materi ini jika kalian bersungguh-sungguh.

Gambar 4.17 Bagian konten “Nilai Karakter” pada bahan ajar.

**Contoh Soal**

**Contoh 4**

Seorang anak bermassa 56 kg sedang berenang dalam kolam renang. Anak tersebut merasa tubuhnya menjadi lebih ringan. Pada saat dalam air anak tersebut menggantung di neraca dan terbaca massa tubuh anak tersebut menunjukkan angka 32 kg. Berapakah gaya angkat Archimedes pada tubuh anak tersebut? Berapa volume tubuh anak tersebut yang tercelup dalam air saat penimbangan? (massa jenis air  $1.000 \text{ kg/m}^3$ )

**Penyelesaian**


Berat tubuh anak tersebut saat di luar kolam renang adalah  $w_1 = m_1 g = 56 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 560 \text{ N}$ . Berat tubuh anak tersebut saat penimbangan dalam air adalah  $w_2 = m_2 g = 32 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 320 \text{ N}$ . Perbedaan berat ini disebabkan oleh adanya gaya angkat Archimedes. Jadi gaya angkat Archimedes adalah

$$F_A = w_1 - w_2 = 560 \text{ N} - 320 \text{ N} = 240 \text{ N} = 240 \text{ kg m/s}^2$$

Jumlah air yang dipindahkan tubuh sama dengan volume bagian tubuh yang tercelup. Gaya angkat Archimedes sama dengan berat air yang dipindahkan, atau  $F_A = m_a g = \rho_a V_c g$  dengan  $V_c$  adalah volume bagian tubuh yang tercelup. Jadi

$$V_c = \frac{F_A}{\rho_a g} = \frac{240 \text{ kg m/s}^2}{1.000 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m/s}^2} = 0,024 \text{ m}^3 = 0,024 \times 10^6 \text{ cm}^3 = 24 \times 10^3 \text{ cm}^3$$


Gambar 4.18 Bagian konten “Contoh Soal” pada bahan ajar.



**Tokoh Kita**

**Prof. Dr. Ing. H. Bacharuddin Jusuf Habibie, FREng.** (1936-2019) adalah Presiden Republik Indonesia yang ketiga. Dimasa kecil Habibie telah menunjukkan kecerdasan dan semangat tinggi pada ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya fisika. Hingga memasuki usia 40 tahun, karir Habibie sudah sangat cemerlang, terutama dalam desain dan konstruksi pesawat terbang. Beberapa rumusan teorinya dikenal dalam dunia pesawat terbang seperti “*Habibie Factor*”, “*Habibie Theorem*”, dan “*Habibie Method*”. Pada tahun 1976, Lembaga Industri Pesawat Terbang Nurtanio (LIPNUR) yang dipimpin Nurtanio dan kawan-kawan berubah nama menjadi Industri Pesawat Terbang Nurtanio (IPTN) yang dipimpin oleh Habibie.

Sejak kepemimpinannya, Habibie mengembangkan sejumlah teknologi dan kerja sama dengan negara lain dalam membuat sejumlah pesawat terbang, seperti CN235 (diproduksi massal tahun 1983), N250, dan N2130. Industri pesawat terbang yang pertama dan satu-satunya di Asia Tenggara ini kemudian berganti nama menjadi Industri Pesawat Terbang Nusantara (IPTN) pada 11 Oktober 1985.



**Gambar 64.** B. J. Habibie.  
(Sumber: <https://celebestopnews.com/>)


Gambar 4.19 Bagian konten “Tokoh Kita” pada bahan ajar.

**Uji Kompetensi**


1. Paling Sunda adalah pating yang terletak di timur laut Sumatera Hindia dengan panjang 2.600 kilometer dan kedalaman maksimum 7.725 meter. Pating ini merupakan pating terdalam kedua di samudera Hindia setelah pating Diamantina. Jika massa jenis air laut adalah  $1.029 \text{ kg/m}^3$ . Berapa tekanan hidrostatis di dasar pating Sunda? (Anggap massa jenis air laut konstan).
2. Sebuah pompa yang dipasang pada sistem hidrolik mampu menghasilkan tekanan 1.380 atm. Pompa ini dihubungkan dengan oli ke piston yang memiliki luas penampang  $2.027 \text{ cm}^2$ . Berapa aksi maksimum yang dapat diangkat piston hidrolik tersebut?
3. Kapal Selam USS Michigan merupakan kapal selam militer Amerika Serikat. Kapal tersebut dapat menyelam hingga kedalaman 1.300 meter di bawah permukaan laut. Saat seluruh bodi kapal masuk ke dalam air maka jumlah air yang dipindahkan adalah 18.750 ton. Berapakah gaya angkat Archimedes yang dialami kapal?
4. Jelaskan yang dimaksud dengan aliran laminar, aliran turbulen, dan aliran transitif!
5. Air terjun setinggi 10 m dengan debit  $12 \text{ m}^3/\text{s}$  dimanfaatkan untuk memutar generator listrik mikro. Jika 10% energi air berubah menjadi energi listrik, berapakah daya keluaran generator listrik tersebut?
6. Andi mengisi bahan bakar kendaraannya di SPBU. Untuk mengisi bahan bakar sebanyak 2 liter dibutuhkan waktu selama 1 menit. Tentukan laju keluarnya bahan bakar dari selang yang digunakan jika selang berdiameter 3 cm!
7. Seseorang dapat mengalami tekanan darah tinggi atau hipertensi akibat penyempitan pembuluh darah. Sebaliknya, ketika seseorang mengalami pelebaran pembuluh darah, maka orang tersebut dapat mengalami tekanan darah rendah atau hipotensi. Apa yang dapat kalian simpulkan dari peristiwa tersebut? Teori apakah yang dapat menjelaskan peristiwa tersebut?
8. Toni sedang memegang dua lembar kertas yang terpisah beberapa cm satu sama lain. Kemudian Toni meniup daerah di antara kedua kertas tersebut. Menurutmu bagaimana kertas akan bergerak, saling menjauh atau saling mendekat satu sama lain? Jelaskan!
9. Ketika kita mandi dengan menggunakan shower dan air dari shower memancar deras, tirai yang terbuat dari plastik akan tertarik ke arah dalam (ke arah kita). Mengapa demikian?
10. Suatu hari bak silinder setinggi 2 m yang berisi penuh air mengalami kebocoran. Ternyata lubang kebocoran berada di bagian samping bak yang berjarak 120 cm dari permukaan air dalam bak tersebut. Tentukan besar kecepatan keluarnya air dari bak dan banyaknya air yang keluar tiap menit jika diameter lubang sebesar 2 cm!
11. Mengapa aliran air yang mengalir dari keran semakin menyempit ketika jatuh?
12. Sebuah penyempit nyamuk didesain agar dapat menyebarkan zat cair (obat) dalam suatu wadah (tandum) yaitu ketika ada dorongan udara, zat cair dapat terangkat. Dasar teknologi ini menggunakan prinsip hukum Bernoulli.
  - a. Jelaskan bagaimana zat cair dapat terangkat dan menyembur ke luar!
  - b. Jika diameter pipa A dan pipa B berturut-turut adalah 5 cm dan 5 mm, dan pada saat penyempit mendongang udara ( $\rho_a = 1,2 \text{ kg/m}^3$ ) menghasilkan kecepatan 1 m/s di pipa A, berapakah perbedaan tekanan yang dihasilkan antara pipa A dan B?
13. Apa tujuan sayap pesawat yang didesain memiliki bagian belakang yang lebih pipih (tajam) dibandingkan dengan bagian depannya dan sisi bagian atas lebih melengkung daripada sisi bagian bawahnya? Menurut hukum Bernoulli, bagaimana kecepatan aliran dan tekanan udara di bagian atas dan bagian bawah pesawat agar pesawat dapat terbang?
14. Jika kecepatan udara di bagian bawah pesawat terbang yang sedang terbang 60 m/s dan tekanan ke atas yang diperoleh pesawat adalah  $10 \text{ N/m}^2$ , hitunglah kecepatan aliran udara di bagian atas pesawat!
15. Rancanglah sebuah proyek sederhana membuat miniatur pesawat (lengkapi dengan alat dan bahan, cara pembuatan, dan gambar)!

**Uji Kompetensi**

13. Apa tujuan sayap pesawat yang didesain memiliki bagian belakang yang lebih pipih (tajam) dibandingkan dengan bagian depannya dan sisi bagian atas lebih melengkung daripada sisi bagian bawahnya? Menurut hukum Bernoulli, bagaimana kecepatan aliran dan tekanan udara di bagian atas dan bagian bawah pesawat agar pesawat dapat terbang?
14. Jika kecepatan udara di bagian bawah pesawat terbang yang sedang terbang 60 m/s dan tekanan ke atas yang diperoleh pesawat adalah  $10 \text{ N/m}^2$ , hitunglah kecepatan aliran udara di bagian atas pesawat!
15. Rancanglah sebuah proyek sederhana membuat miniatur pesawat (lengkapi dengan alat dan bahan, cara pembuatan, dan gambar)!



59

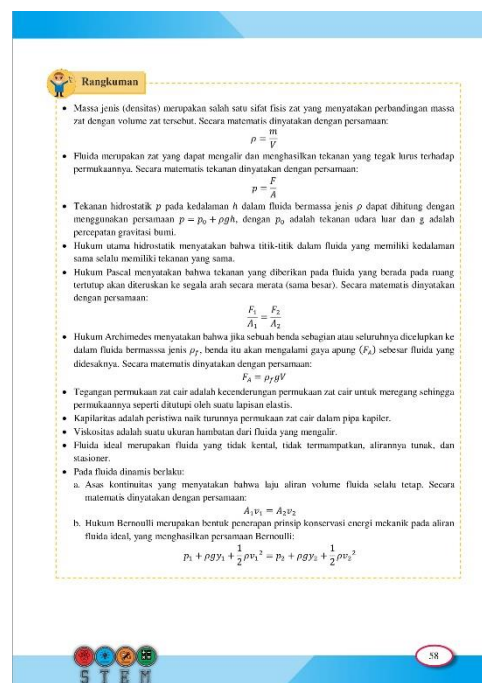


60

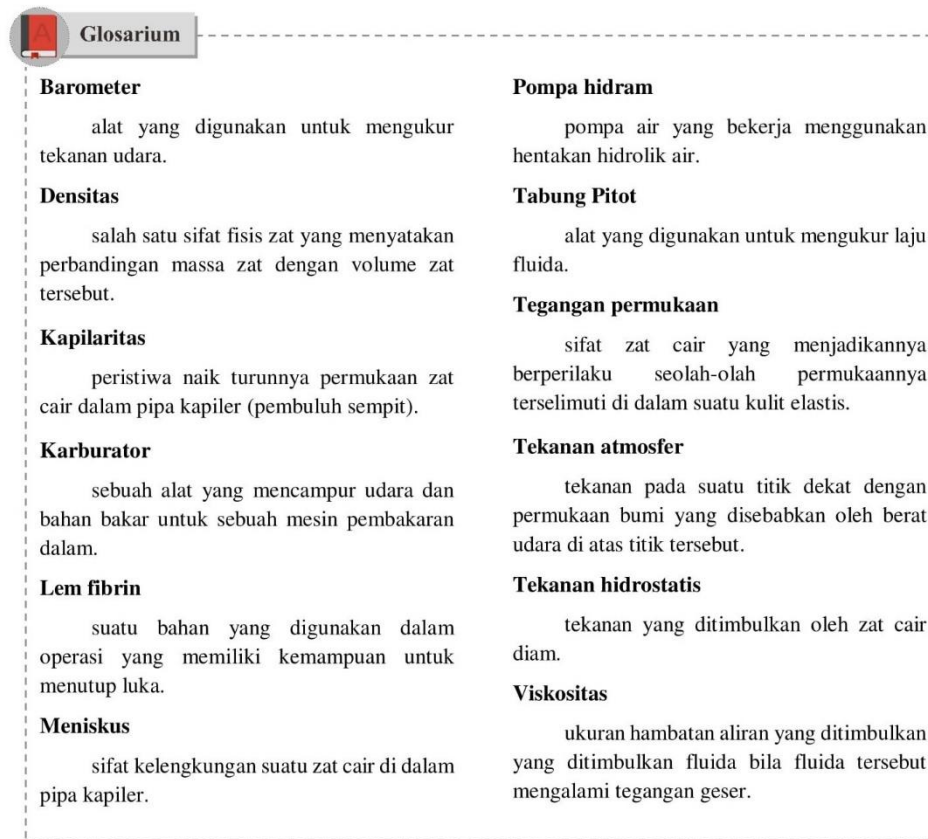
Gambar 4.20 Bagian konten “Uji Kompetensi” pada bahan ajar.

Bagian akhir dari bahan ajar yang dikembangkan terdiri dari rangkuman glosarium, dan daftar pustaka. Rangkuman berisi ringkasan materi yang telah dipelajari dalam bahan ajar sehingga memudahkan peserta didik dalam mengulas materi. Hal ini sejalan dengan pendapat Daryanto & Dwicahyono (2014, h. 196) yang menyatakan bahwa rangkuman dalam bahan ajar disusun dengan menelaah hal-hal pokok yang termuat dalam bahan ajar. Glosarium berisi penjelasan istilah-istilah yang baru diperkenalkan dalam bahan ajar yang disusun berdasarkan abjad (Daryanto & Dwicahyono, 2014, h. 194). Daftar pustaka berisi daftar sumber rujukan materi yang digunakan dalam bahan ajar.

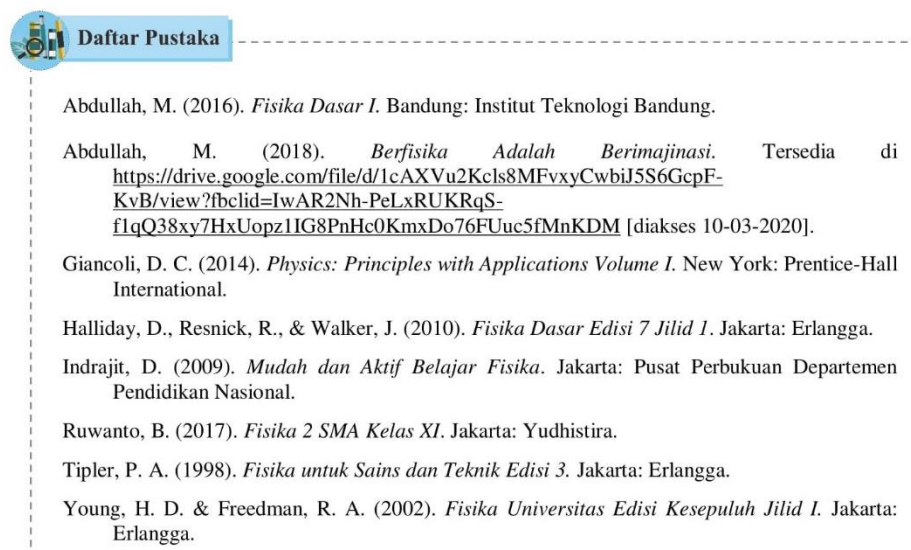
Adapun hasil pengembangan produk bahan ajar pada bagian akhir disajikan pada gambar di bawah berikut ini.



Gambar 4.21 Bagian rangkuman bahan ajar.



Gambar 4.22 Bagian glosarium bahan ajar.



Gambar 4.23 Bagian daftar pustaka bahan ajar.

## 4.2 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian pengembangan ini adalah tes rumpang dan angket. Tes rumpang digunakan untuk mengetahui tingkat keterbacaan bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter. Pada penelitian ini tes rumpang disusun berdasarkan pedoman yang dikemukakan oleh Rankin & Culhane (1969) kemudian diuji validitasnya oleh dosen pembimbing menggunakan teknik *expert judgement* dan didapatkan hasil bahwa tes rumpang tersebut layak digunakan. Pada penelitian ini tidak dilakukan uji reliabilitas pada instrumen tes rumpang. Hal ini didasarkan atas pendapat Rosmaini (2009), bahwa tes rumpang memiliki reliabilitas yang cukup baik untuk mengukur tingkat kesukaran bacaan dibandingkan rumus lain. Angket merupakan teknik pengumpulan data dengan cara memberikan seperangkat pertanyaan kepada responden untuk dijawab. Pada penelitian ini digunakan dua macam angket, yaitu angket uji kelayakan dan angket respons peserta didik. Angket uji kelayakan disusun berdasarkan acuan standar penilaian kelayakan buku dari BSNP yang kemudian dimodifikasi yaitu aspek penilaian kelayakan isi, penyajian, kebahasaan, dan kegrafikan. Angket tersebut kemudian divalidasi oleh dosen pembimbing menggunakan teknik *expert judgement* dan didapatkan hasil bahwa angket tersebut layak digunakan.

## 4.3 Kelayakan Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM

Uji kelayakan merupakan salah satu tahap uji coba awal yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kelayakan bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter. Uji kelayakan dilakukan dengan memberikan angket kelayakan kepada 3 validator yang terdiri dari 1 dosen ahli materi, 1 dosen ahli media, dan 1 guru fisika. Angket kelayakan berpedoman pada instrumen uji yang telah dibuat berdasarkan aturan BSNP yang telah dimodifikasi. Angket kelayakan terdiri dari empat aspek yaitu isi, penyajian, kebahasaan, dan kegrafikan. Rekapitulasi hasil uji kelayakan produk pengembangan bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter oleh validator disajikan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Rekapitulasi hasil uji kelayakan bahan ajar oleh validator

No.	Validator	Instansi	Persentase (%)	Kriteria
1.	Validator I (Ahli Materi)	Dosen Fisika UNNES	92,10	Sangat Layak
2.	Validator II (Ahli Media)	Dosen Fisika UNNES	88,82	Sangat Layak
3.	Validator III	Guru SMA Negeri 1 Patikraja	96,05	Sangat Layak
<b>Rata-rata</b>			92,32	Sangat Layak

Rata-rata persentase kelayakan bahan ajar oleh validator sebesar 92,32%. Berdasarkan kriteria tingkat kelayakan bahan ajar menurut Akbar (2013, h. 14), maka bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter pada materi fluida termasuk dalam kategori sangat layak. Hal ini juga berarti, bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter telah memenuhi standar kelayakan bahan ajar cetak yang diterapkan oleh BSNP. Oleh karena itu, bahan ajar tersebut layak diproduksi dan digunakan dalam pembelajaran dengan beberapa perbaikan sesuai saran validator. Hal ini selaras dengan pendapat Kantun & Budiawati (2015) yang menyatakan bahwa kelayakan bahan ajar dilihat dari mampu tidaknya bahan ajar tersebut memenuhi standar penilaian kelayakan yang ditetapkan BSNP.

Rekapitulasi hasil uji kelayakan bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter juga diketahui persentase kelayakan tiap aspek penilaian dalam bahan ajar, seperti yang disajikan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Rekapitulasi hasil uji kelayakan bahan ajar tiap aspek

Aspek	P (%)	Kriteria
Kelayakan Isi	92,54	Sangat Layak
Kelayakan Penyajian	93,75	Sangat Layak
Kelayakan Kebahasaan	91,67	Sangat Layak
Kelayakan Kegrafikan	87,50	Sangat Layak
<b>Rata-rata</b>	91,36	Sangat Layak



Berdasarkan Tabel 4.2, terlihat bahwa bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter pada materi fluida memuat aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan kebahasaan, dan aspek kelayakan kegrafikan dengan kriteria yang sangat layak dengan rata-rata persentase kelayakan tiap aspek bahan ajar sebesar 91,36%. Produk bahan ajar yang dikembangkan juga disusun berdasarkan panduan penyusunan pada Kurikulum 2013 Edisi Revisi, berpendekatan STEM dan terintegrasi keterampilan abad 21 serta muatan karakter. Hal tersebut merupakan nilai lebih dari bahan ajar yang dikembangkan jika dibandingkan dengan buku paket dan LKPD yang digunakan oleh peserta didik di SMA Negeri 1 Patikraja. Adapun rincian dari masing-masing aspek tersebut adalah sebagai berikut.

#### **4.3.1 Aspek Kelayakan Isi**

Aspek kelayakan isi dari bahan ajar yang dikembangkan meliputi enam sub aspek yaitu kesesuaian materi, keakuratan materi, kemutakhiran materi, berbasis STEM, pengintegrasian keterampilan abad 21, dan pengintegrasian nilai karakter. Hasil analisis aspek kelayakan isi dari bahan ajar yang dikembangkan disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Hasil analisis aspek kelayakan isi

<b>Sub Aspek</b>	<b>P (%)</b>	<b>Kriteria</b>
Kesesuaian Materi	94,44	Sangat Layak
Keakuratan Materi	91,67	Sangat Layak
Kemutakhiran Materi	100	Sangat Layak
Berbasis STEM	89,58	Sangat Layak
Pengintegrasian Keterampilan Abad 21	95,83	Sangat Layak
Pengintegrasian Nilai Karakter	87,50	Sangat Layak
<b>Rata-rata</b>	<b>92,54</b>	<b>Sangat Layak</b>

Berdasarkan analisis hasil uji aspek kelayakan isi yang disajikan pada Tabel 4.3 didapatkan bahwa pada aspek kelayakan isi, bahan ajar yang dikembangkan mendapatkan rata-rata persentase sebesar 92,54% dengan kriteria sangat layak.

Adapun sub aspek kelayakan isi tersebut terdiri atas beberapa indikator sebagai berikut.

#### 4.3.1.1 Kesesuaian Materi

Sub aspek kesesuaian materi dari bahan ajar yang dikembangkan meliputi tiga indikator yaitu kelengkapan materi, keluasan materi, dan kedalaman materi. Hasil analisis sub aspek kesesuaian materi dari bahan ajar yang dikembangkan disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Hasil analisis sub aspek kesesuaian materi

<b>Sub Aspek</b>	<b>P (%)</b>	<b>Kriteria</b>
Kelengkapan materi	100	Sangat Layak
Keluasan materi	91,67	Sangat Layak
Kedalaman materi	91,67	Sangat Layak

Hasil analisis sub aspek kesesuaian materi yang disajikan pada Tabel 4.4. menunjukkan bahwa bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter pada materi fluida memuat materi dengan kriteria kelengkapan, keluasan, dan kedalaman yang sangat layak. Bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter disusun melalui penyajian materi yang telah disesuaikan dengan Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) Kurikulum 2013 Edisi Revisi untuk mata pelajaran fisika kelas XI SMA/MA. Hal ini selaras dengan pendapat Prastowo (2015, h. 214) yang menyatakan bahwa materi dalam bahan ajar sangat tergantung pada kompetensi dasar yang akan dicapai. Selain itu materi yang disajikan juga diperdalam dengan disesuaikan dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik. Sebagaimana pendapat Widyaharti *et al.* (2015) yang mengatakan bahwa materi yang disajikan dalam bahan ajar harus disesuaikan dengan pola pikir dan karakteristik peserta didik.

#### 4.3.1.2 Keakuratan Materi

Sub aspek keakuratan materi dari bahan ajar yang dikembangkan meliputi dua indikator yaitu keakuratan fakta dan konsep serta keakuratan contoh dan

ilustrasi. Hasil analisis sub aspek keakuratan materi dari bahan ajar yang dikembangkan disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Hasil analisis sub aspek keakuratan materi

<b>Sub Aspek</b>	<b>P (%)</b>	<b>Kriteria</b>
Keakuratan fakta dan konsep	91,67	Sangat Layak
Keakuratan contoh dan ilustrasi	91,67	Sangat Layak

Hasil analisis sub aspek keakuratan materi termasuk dalam kriteria sangat layak. Hal ini dikarenakan penyusunan materi dalam bahan ajar telah dilengkapi dengan fakta dalam kehidupan sehari-hari yang dikaitkan dengan konsep sehingga memudahkan pemahaman materi peserta didik. Sebagaimana pendapat Samudra *et al.* (2014), materi pembelajaran yang dikaitkan dengan aplikasi dalam kehidupan sehari-hari merupakan cara untuk lebih memudahkan peserta didik dalam memahami fisika.

#### 4.3.1.3 Kemutakhiran Materi

Sub aspek kemutakhiran materi dari bahan ajar yang dikembangkan meliputi dua indikator yaitu kesesuaian dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kontekstual. Hasil analisis sub aspek kemutakhiran materi dari bahan ajar yang dikembangkan disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Hasil analisis sub aspek kemutakhiran materi

<b>Sub Aspek</b>	<b>P (%)</b>	<b>Kriteria</b>
Kesesuaian dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi	100	Sangat Layak
Kontekstual	100	Sangat Layak

Hasil analisis sub aspek kemutakhiran materi termasuk dalam kriteria sangat layak. Hal ini dikarenakan materi dalam bahan ajar dikembangkan dengan mengacu pada perkembangan teknologi sehingga memfasilitasi peserta didik untuk mengkonstruksi pengetahuannya sesuai dengan perkembangan zaman. Sebagaimana diungkapkan Izzati *et al.* (2019), bahwa pengembangan materi dapat diperkaya dengan memanfaatkan teknologi terbaru yang sedang berjalan di abad ini. Selain itu, contoh-contoh kontekstual fisika dalam bahan ajar yang dikembangkan juga

dapat membantu peserta didik memahami konsep yang ada dengan mudah. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Oktaviani *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa bahan ajar fisika yang memuat unsur konstektual dapat meningkatkan penguasaan konsep peserta didik.

#### 4.3.1.4 Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*)

Sub aspek berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dari bahan ajar yang dikembangkan meliputi empat indikator yaitu keterkaitan materi dengan ilmu sains secara umum, memuat aplikasi di bidang teknologi, memuat desain atau proses rekayasa suatu produk (aspek *engineering*), dan penggunaan matematika dalam penyajian materi. Hasil analisis sub aspek berbasis STEM dari bahan ajar yang dikembangkan disajikan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7. Hasil analisis sub aspek berbasis STEM

<b>Sub Aspek</b>	<b>P (%)</b>	<b>Kriteria</b>
Keterkaitan materi dengan ilmu sains secara umum	91,67	Sangat Layak
Memuat aplikasi di bidang teknologi	91,67	Sangat Layak
Memuat desain atau proses rekayasa suatu produk (aspek <i>engineering</i> )	83,33	Layak
Penggunaan matematika dalam penyajian materi	91,67	Sangat Layak

Hasil ini menunjukkan bahwa bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter memuat keterkaitan materi dengan ilmu sains secara umum dengan kriteria sangat layak, memuat aplikasi di bidang teknologi dengan kriteria sangat layak, memuat desain atau proses rekayasa suatu produk (aspek *engineering*) dengan kriteria layak, dan memuat penggunaan matematika dalam penyajian materi dengan kriteria sangat layak. Materi yang disajikan dalam bahan ajar mengaitkan aspek STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) serta perkembangan IPTEK sehingga peserta didik akan mengalami pembelajaran yang bermakna. Hal ini selaras dengan hasil penelitian Kanadlı (2019) yang menegaskan bahwa pembelajaran berbasis STEM sesuai untuk mata pelajaran fisika, mengembangkan keterampilan hidup,

menciptakan kesadaran karir, menarik perhatian peserta didik, dan membuat pelajaran menjadi menyenangkan.

#### 4.3.1.5 Pengintegrasian Keterampilan Abad 21

Sub aspek pengintegrasian keterampilan abad 21 dari bahan ajar yang dikembangkan meliputi empat indikator yaitu berpikir kritis, berpikir kreatif, keterampilan komunikasi, dan keterampilan kolaborasi. Hasil analisis sub aspek pengintegrasian keterampilan abad 21 dari bahan ajar yang dikembangkan disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Hasil analisis sub aspek pengintegrasian keterampilan abad 21

<b>Sub Aspek</b>	<b>P (%)</b>	<b>Kriteria</b>
Berpikir kritis	100	Sangat Layak
Berpikir kreatif	100	Sangat Layak
Keterampilan komunikasi	100	Sangat Layak
Keterampilan kolaborasi	83,33	Layak

Hasil ini menunjukkan bahwa bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter memuat sub aspek pengintegrasian keterampilan abad 21 yang meliputi berpikir kritis dengan kriteria sangat layak, berpikir kreatif dengan kriteria sangat layak, keterampilan komunikasi dengan kriteria sangat layak, dan keterampilan kolaborasi dengan kriteria layak. Pengintegrasian keterampilan abad 21 (4C) dalam bahan ajar yang dikembangkan disajikan dengan permasalahan-permasalahan konkret seputar teknologi terkini sehingga peserta didik menjadi lebih antusias dalam mempelajarinya. Pembelajaran berbasis STEM terbukti efektif dalam membantu peserta didik untuk mengembangkan keterampilan abad 21 (4C) karena keterampilan 4C juga merupakan keterampilan yang dikembangkan dalam kurikulum STEM sehingga membantu peserta didik memilih karir di masa depan (Beers, 2011; Sari *et al.*, 2017).

#### 4.3.1.6 Pengintegrasian Nilai Karakter

Sub aspek pengintegrasian nilai karakter dari bahan ajar yang dikembangkan meliputi empat indikator yaitu religius, rasa ingin tahu, disiplin, peduli sosial. Hasil

analisis sub aspek pengintegrasian nilai karakter dari bahan ajar yang dikembangkan disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9. Hasil analisis sub aspek pengintegrasian nilai karakter

<b>Sub Aspek</b>	<b>P (%)</b>	<b>Kriteria</b>
Religius	83,33	Layak
Rasa ingin tahu	91,67	Sangat Layak
Disiplin	91,67	Sangat Layak
Peduli sosial	83,33	Layak

Hasil ini menunjukkan bahwa bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter memuat sub aspek pengintegrasian nilai karakter yang meliputi religius dengan kriteria layak, rasa ingin tahu dengan kriteria sangat layak, disiplin dengan kriteria sangat layak, dan peduli sosial dengan kriteria layak. Hal tersebut dikarenakan pengintegrasian nilai karakter religius, rasa ingin tahu, disiplin, dan peduli sosial disajikan melalui instruksi pada kegiatan-kegiatan dalam bahan ajar. Pendidikan karakter dapat disajikan melalui instruksi pada kegiatan bahan ajar sehingga mampu meningkatkan perkembangan karakter peserta didik (Larasati & Yulianti, 2014; Wahyuni *et al.*, 2017).

Berdasarkan hasil validasi kelayakan bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter pada materi fluida didapatkan beberapa saran yang diberikan oleh validator untuk memperbaiki aspek kelayakan isi dari bahan ajar yang dikembangkan. Saran tersebut disajikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10. Saran validator untuk aspek kelayakan isi

<b>No.</b>	<b>Saran</b>	<b>Perbaikan</b>
1.	Tambahkan penjelasan tentang pembelajaran berbasis STEM, keterampilan abad 21 (4C), dan nilai-nilai karakter.	Telah ditambahkan penjelasan mengenai pembelajaran berbasis STEM, keterampilan abad 21 (4C), dan nilai-nilai karakter dalam “Profil Singkat Bahan Ajar”.
2.	Pada bagian sub bab hukum Archimedes, tambahkan penjelasan mengenai posisi benda melayang dan	Telah ditambahkan penjelasan mengenai posisi benda melayang

tenggelam, bukan hanya terapung dan tenggelam pada bagian sub saja. bab hukum Archimedes.

Adapun hasil saran dan perbaikan yang disajikan pada Tabel 4.10 setelah melalui tahap uji kelayakan bahan ajar disajikan pada Gambar 4.24 dan Gambar 4.25 berikut.



Gambar 4.24 Penambahan penjelasan mengenai pembelajaran berbasis STEM, keterampilan abad 21 (4C), dan nilai-nilai karakter dalam “Profil Singkat Bahan Ajar”.

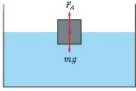
Berdasarkan besarnya gaya apung ( $F_a$ ) dan gaya berat ( $w$ ), posisi benda dalam zat cair dapat digolongkan menjadi tiga yaitu terapung, melayang, dan tenggelam.

**1. Terapung**

Gambar 19 menunjukkan benda yang terapung dalam air. Pada saat terapung, besar gaya apung  $F_a$  sama dengan berat benda. Pada kondisi tersebut, hanya sebagian volume benda yang tercelup di dalam air, sehingga volume air yang dipindahkan lebih kecil daripada volume total benda.

Pada saat terapung, benda tidak bergerak ke atas dan ke bawah. Dengan demikian kita dapat menggunakan hukum I Newton pada arah vertikal.

$$\begin{aligned} \Sigma F_y &= 0 \\ F_a &= w_b = mg \\ \rho_f g V_t &= \rho_b g V_b \\ V_t &= \frac{\rho_b V_b}{\rho_f} \end{aligned}$$




**Gambar 19.** Benda terapung. Sebagian volume benda tercelup ke dalam air sehingga memperoleh gaya apung  $F_a$ . (Sumber: Dokumen penulis)

Volume benda yang tercelup ( $V_t$ ) lebih kecil daripada volume total benda ( $V_b$ ). Dengan demikian, syarat benda terapung adalah


$$\rho_b < \rho_f$$

Jadi, agar sebuah benda terapung massa jenis benda  $\rho_b$  harus lebih kecil daripada massa jenis zat cair  $\rho_f$ .



Dengan cara yang sama, diskusikan dengan teman kalian penurunan rumus untuk kasus benda melayang dan tenggelam!

\*\*\*  
"Kurangilah rasa ingin tahu Anda tentang orang, perbanyaklah rasa ingin tahu tentang ide, gagasan, dan pemikiran."  
(Marie Curie)


17

(a)

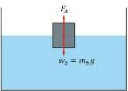
Berdasarkan besarnya gaya apung ( $F_a$ ) dan gaya berat ( $w$ ), posisi benda dalam zat cair dapat digolongkan menjadi tiga yaitu terapung, melayang, dan tenggelam.

**1. Terapung**

Gambar 21 menunjukkan benda yang terapung dalam zat cair. Pada saat terapung, besar gaya apung  $F_a$  sama dengan berat benda. Pada kondisi tersebut, hanya sebagian volume benda yang tercelup di dalam zat cair, sehingga volume zat cair yang dipindahkan lebih kecil daripada volume total benda.

Pada saat terapung, benda tidak bergerak ke atas dan ke bawah. Dengan demikian kita dapat menggunakan hukum I Newton pada arah vertikal.

$$\begin{aligned} \Sigma F_y &= 0 \\ F_a &= w_b = mg \\ \rho_f g V_t &= \rho_b g V_b \\ V_t &= \frac{\rho_b V_b}{\rho_f} \end{aligned}$$



**Gambar 21.** Benda terapung. Sebagian volume benda tercelup ke dalam zat cair (fluida) sehingga memperoleh gaya apung  $F_a$ . (Sumber: Dokumen penulis)

Volume benda yang tercelup ( $V_t$ ) lebih kecil daripada volume total benda ( $V_b$ ). Dengan demikian, syarat benda terapung adalah

$$\rho_b < \rho_f \dots\dots\dots (15)$$

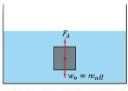
Jadi, agar sebuah benda terapung dalam zat cair massa jenis benda  $\rho_b$  harus lebih kecil daripada massa jenis zat cair  $\rho_f$ .

**2. Melayang**

Gambar 22 menunjukkan benda yang melayang dalam zat cair. Pada saat melayang, besar gaya apung  $F_a$  sama dengan berat benda. Pada kondisi tersebut, terjadi keseimbangan antara gaya berat benda dan gaya ke atas. Oleh karena seluruh volume benda tercelup dalam fluida, maka pada peristiwa melayang, volume zat cair yang dipindahkan benda sama dengan volume total benda itu sendiri.

Dengan demikian kita dapat menggunakan hukum I Newton pada arah vertikal.

$$\begin{aligned} \Sigma F_y &= 0 \\ F_a &= w_b = mg \\ \rho_f g V_t &= \rho_b g V_b \end{aligned}$$




**Gambar 22.** Benda melayang. Seluruh bagian volume benda tercelup ke dalam zat cair (fluida). (Sumber: Dokumen penulis)

Volume benda yang tercelup sama dengan volume total benda ( $V_t = V_b$ ). Dengan demikian, syarat benda melayang adalah

$$\rho_b = \rho_f \dots\dots\dots (16)$$

Jadi, agar sebuah benda melayang dalam zat cair massa jenis benda  $\rho_b$  sama dengan massa jenis zat cair  $\rho_f$ .

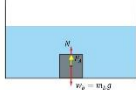

17

**3. Tenggelam**

Gambar 23 menunjukkan benda yang tenggelam dalam zat cair. Pada saat tenggelam, besar gaya apung  $F_a$  lebih kecil daripada berat benda. Pada kondisi tersebut, volume benda yang tercelup sama dengan volume total benda, namun benda bertumpu pada dasar bejana sehingga ada gaya normal sebesar  $N$ .

Dengan demikian kita dapat menggunakan hukum I Newton pada arah vertikal.

$$\begin{aligned} \Sigma F_y &= 0 \\ F_a + N &= w_b = mg \\ \rho_f g V_t + N &= \rho_b g V_b \\ N &= g(\rho_b V_b - \rho_f g V_t) \end{aligned}$$




**Gambar 23.** Benda tenggelam. Benda tertekan di dasar bejana. (Sumber: Dokumen penulis)

Karena volume benda yang tercelup ( $V_t$ ) sama dengan volume total benda ( $V_b$ ) dan gaya normal selalu positif. Dengan demikian, syarat benda tenggelam adalah

$$\rho_b > \rho_f \dots\dots\dots (17)$$

Jadi, agar sebuah benda tenggelam massa jenis benda  $\rho_b$  harus lebih besar daripada massa jenis zat cair  $\rho_f$ .

\*\*\*  
"Kurangilah rasa ingin tahu Anda tentang orang, perbanyaklah rasa ingin tahu tentang ide, gagasan, dan pemikiran."  
(Marie Curie)


18

(b)

Gambar 4.25 Penjelasan mengenai posisi benda melayang dan tenggelam pada bagian sub bab hukum Archimedes (a) sebelum dan (b) sesudah dilakukan perbaikan.



### 4.3.2 Aspek Kelayakan Penyajian

Aspek kelayakan penyajian dari bahan ajar yang dikembangkan meliputi tiga sub aspek yaitu teknik penyajian, penyajian pembelajaran, dan kelengkapan penyajian. Hasil analisis kelayakan aspek penyajian dari bahan ajar disajikan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11. Hasil analisis aspek kelayakan penyajian

<b>Sub Aspek</b>	<b>P (%)</b>	<b>Kriteria</b>
Teknik Penyajian	100	Sangat Layak
Penyajian Pembelajaran	94,45	Sangat Layak
Kelengkapan Penyajian	91,67	Sangat Layak
<b>Rata-rata</b>	<b>93,75</b>	<b>Sangat Layak</b>

Berdasarkan analisis hasil uji aspek kelayakan penyajian yang disajikan pada Tabel 4.11 didapatkan bahwa pada aspek kelayakan penyajian, bahan ajar yang dikembangkan mendapatkan rata-rata persentase sebesar 93,75% dengan kriteria sangat layak. Adapun sub aspek kelayakan penyajian tersebut terdiri atas beberapa indikator sebagai berikut.

#### 4.3.2.1 Teknik Penyajian

Sub aspek teknik penyajian dari bahan ajar yang dikembangkan meliputi dua indikator yaitu keruntutan pokok bahasan dan kekonsistenan sistematika. Hasil analisis sub aspek teknik penyajian dari bahan ajar yang dikembangkan disajikan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12. Hasil analisis sub aspek teknik penyajian

<b>Sub Aspek</b>	<b>P (%)</b>	<b>Kriteria</b>
Keruntutan pokok bahasan	100	Sangat Layak
Kekonsistenan sistematika	100	Sangat Layak

Hasil analisis sub aspek teknik penyajian termasuk dalam kriteria sangat layak. Materi dalam bahan ajar yang dikembangkan disajikan secara runtut dari konsep umum/dasar ke konsep yang lebih khusus/rumit. Selain itu, bahan ajar yang dikembangkan secara konsisten menyajikan pola urutan kegiatan dan komponen

sajian pembelajaran berbasis STEM yang disajikan secara konsisten sehingga memudahkan peserta didik dalam memahaminya. Bahan ajar yang disusun dengan konsep yang runtut dan konsisten dapat membuat peserta didik lebih tertarik dalam belajar dan memudahkan peserta didik dalam memahami suatu konsep (Parmin & Peniati, 2012; Rahmayantis, 2016).

#### 4.3.2.2 Penyajian Pembelajaran

Sub aspek penyajian pembelajaran dari bahan ajar yang dikembangkan meliputi tiga indikator yaitu materi bersifat interaktif dan partisipatif, mengembangkan keterampilan proses, dan mengarahkan pada penemuan konsep. Hasil analisis sub aspek penyajian pembelajaran dari bahan ajar yang dikembangkan disajikan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13. Hasil analisis sub aspek penyajian pembelajaran

<b>Sub Aspek</b>	<b>P (%)</b>	<b>Kriteria</b>
Materi bersifat interaktif dan partisipatif	100	Sangat Layak
Mengembangkan keterampilan proses	91,67	Sangat Layak
Mengarahkan pada penemuan konsep	91,67	Sangat Layak

Hasil analisis sub aspek penyajian pembelajaran termasuk dalam kriteria sangat layak. Bahan ajar fisika berbasis STEM disajikan dengan memperhatikan keterlibatan peserta didik secara aktif dan interaktif yang ditunjukkan melalui kegiatan diskusi, praktikum, dan proyek yang dilakukan secara berkelompok. Sebagaimana hasil penelitian Pangesti *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa bahan ajar berbasis STEM yang dilengkapi dengan kegiatan diskusi, praktikum, dan pembuatan proyek dapat meningkatkan penguasaan konsep peserta didik. Pembelajaran berbasis STEM dapat memberikan dampak positif terhadap hasil belajar peserta didik di sekolah, seperti minat dan motivasi peserta didik, sikap peserta didik terhadap pelajaran, meningkatkan keterampilan proses sains, dan dapat membantu peserta didik mengarahkan pada penemuan secara mandiri suatu konsep (Herak & Lamanepa, 2019; Yildirim, 2016).

#### 4.3.2.3 Kelengkapan Penyajian

Sub aspek kelengkapan penyajian dari bahan ajar yang dikembangkan meliputi tujuh indikator yaitu kover, judul, daftar isi, peta konsep dan ringkasan, pertanyaan/evaluasi, glosarium, dan daftar pustaka. Hasil analisis sub aspek kelengkapan penyajian dari bahan ajar yang dikembangkan disajikan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14. Hasil analisis sub aspek kelengkapan penyajian

<b>Sub Aspek</b>	<b>P (%)</b>	<b>Kriteria</b>
Kover	100	Sangat Layak
Judul	91,67	Sangat Layak
Daftar Isi	100	Sangat Layak
Peta Konsep dan Ringkasan	83,33	Layak
Pertanyaan/Evaluasi	91,67	Sangat Layak
Glosarium	83,33	Layak
Daftar Pustaka	91,67	Sangat Layak

Hasil ini menunjukkan bahwa bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter memuat sub aspek kelengkapan penyajian yang meliputi kover dengan kriteria sangat layak, judul dengan kriteria sangat layak, daftar isi dengan kriteria sangat layak, peta konsep dan ringkasan dengan kriteria layak, pertanyaan/evaluasi dengan kriteria sangat layak, glosarium dengan kriteria layak, dan daftar pustaka dengan kriteria sangat layak. Kelengkapan penyajian pada bahan ajar yang dikembangkan ini terbagi menjadi 3 bagian yaitu awal, isi, dan akhir. Bagian awal memuat kover, profil singkat bahan ajar, prakata, daftar isi, petunjuk penggunaan bahan ajar, kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi, dan peta konsep. Bagian isi memuat materi fluida yang disajikan dengan pembelajaran berbasis STEM yang diintegrasikan dengan keterampilan abad 21 dan muatan karakter. Bagian akhir memuat rangkuman, uji kompetensi, glosarium, daftar pustaka, dan halaman belakang. Sebagaimana menurut Depdiknas (2008, h. 66), struktur bahan ajar bahan ajar umumnya terdiri

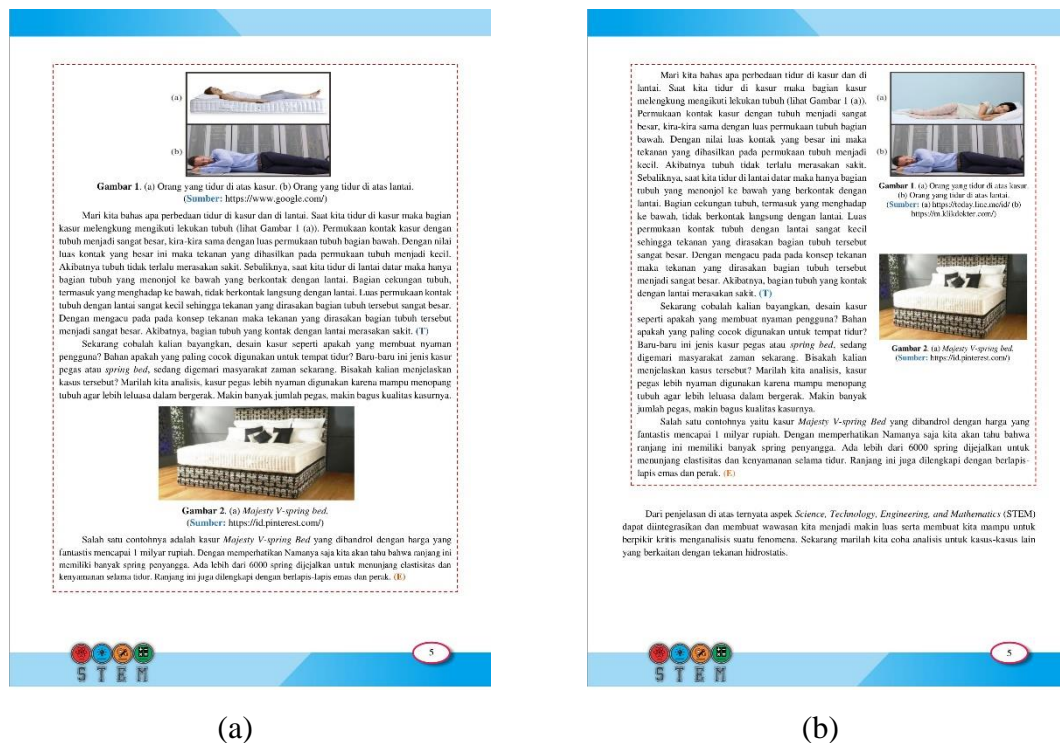
atas: (1) bagian awal minimal memuat kata pengantar dan daftar isi; (2) bagian isi minimal memuat materi; (3) bagian akhir minimal memuat daftar pustaka.

Berdasarkan hasil validasi kelayakan bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter pada materi fluida didapatkan beberapa saran yang diberikan oleh validator untuk memperbaiki aspek kelayakan penyajian dari bahan ajar yang dikembangkan. Saran tersebut disajikan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15. Saran validator untuk aspek kelayakan penyajian

No.	Saran	Perbaikan
1.	Jarak antara gambar dan materi di seragamkan.	Telah dilakukan penyeragaman jarak antara gambar dan materi.
2.	Pada bagian glosarium gunakan pengertian yang lebih khusus.	Pengertian pada bagian glosarium telah dibuat lebih khusus.

Adapun hasil saran dan perbaikan yang disajikan pada Tabel 4.10 setelah melalui tahap uji kelayakan bahan ajar disajikan pada Gambar 4.26 dan Gambar 4.27 berikut.



Gambar 4.26 Penyeragaman jarak antara gambar dan materi (a) sebelum dan (b) sesudah dilakukan perbaikan.

Glosarium	
<p><b>Barometer</b> alat yang digunakan untuk mengukur tekanan udara.</p> <p><b>Densitas</b> salah satu sifat fisis zat yang menyatakan perbandingan massa zat dengan volume zat tersebut.</p> <p><b>Kapilaritas</b> peristiwa naik turunnya permukaan zat cair dalam pipa kapiler.</p> <p><b>Karburator</b> sebuah alat yang mencampur udara dan bahan bakar untuk sebuah mesin pembakaran dalam.</p> <p><b>Lem fibrin</b> suatu bahan yang digunakan dalam operasi yang memiliki kemampuan untuk menutup luka.</p> <p><b>Meniskus</b> sifat kelengkungan suatu zat cair pada sebuah tabung reaksi.</p>	<p><b>Pompa hidram</b> pompa air yang bekerja menggunakan hentakan hidrolik air.</p> <p><b>Tabung Pitot</b> instrumen untuk melakukan pengukuran tekanan pada aliran fluida.</p> <p><b>Tekanan atmosfer</b> tekanan pada titik manapun di atmosfer bumi.</p> <p><b>Tekanan hidrostatik</b> tekanan yang diberikan oleh zat cair ke semua arah pada titik ukur manapun akibat adanya gaya gravitasi.</p> <p><b>Tegangan permukaan</b> kecenderungan permukaan zat cair untuk meregang sehingga permukaannya seperti ditutupi oleh suatu lapisan elastis.</p> <p><b>Viskositas</b> suatu ukuran hambatan dari fluida yang mengalir.</p>

(a)

Glosarium	
<p><b>Barometer</b> alat yang digunakan untuk mengukur tekanan udara.</p> <p><b>Densitas</b> salah satu sifat fisis zat yang menyatakan perbandingan massa zat dengan volume zat tersebut.</p> <p><b>Kapilaritas</b> peristiwa naik turunnya permukaan zat cair dalam pipa kapiler (pembuluh sempit).</p> <p><b>Karburator</b> sebuah alat yang mencampur udara dan bahan bakar untuk sebuah mesin pembakaran dalam.</p> <p><b>Lem fibrin</b> suatu bahan yang digunakan dalam operasi yang memiliki kemampuan untuk menutup luka.</p> <p><b>Meniskus</b> sifat kelengkungan suatu zat cair di dalam pipa kapiler.</p>	<p><b>Pompa hidram</b> pompa air yang bekerja menggunakan hentakan hidrolik air.</p> <p><b>Tabung Pitot</b> alat yang digunakan untuk mengukur laju fluida.</p> <p><b>Tegangan permukaan</b> sifat zat cair yang menjadikannya berperilaku seolah-olah permukaannya terselimuti di dalam suatu kulit elastis.</p> <p><b>Tekanan atmosfer</b> tekanan pada suatu titik dekat dengan permukaan bumi yang disebabkan oleh berat udara di atas titik tersebut.</p> <p><b>Tekanan hidrostatik</b> tekanan yang ditimbulkan oleh zat cair diam.</p> <p><b>Viskositas</b> ukuran hambatan aliran yang ditimbulkan yang ditimbulkan fluida bila fluida tersebut mengalami tegangan geser.</p>

(b)

Gambar 4.27 Pengertian pada bagian glosarium (a) sebelum dan (b) sesudah dilakukan perbaikan.

### 4.3.3 Kelayakan Aspek Kebahasaan

Aspek kelayakan kebahasaan dari bahan ajar yang dikembangkan meliputi dua sub aspek yaitu keterbacaan dan kesesuaian kaidah bahasa Indonesia. Hasil analisis kelayakan aspek kebahasaan dari bahan ajar disajikan pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16. Hasil analisis aspek kelayakan kebahasaan

<b>Sub Aspek</b>	<b>P (%)</b>	<b>Kriteria</b>
Keterbacaan	95,83	Sangat Layak
Kesesuaian Kaidah Bahasa Indonesia	83,33	Layak
<b>Rata-rata</b>	<b>91,67</b>	<b>Sangat Layak</b>

Berdasarkan analisis hasil uji aspek kelayakan kebahasaan yang disajikan pada Tabel 4.16 didapatkan bahwa pada aspek kelayakan kebahasaan, bahan ajar yang dikembangkan mendapatkan rata-rata persentase sebesar 91,67% dengan kriteria sangat layak. Adapun sub aspek kelayakan kebahasaan tersebut terdiri atas beberapa indikator sebagai berikut.

#### 4.3.3.1 Keterbacaan

Sub aspek keterbacaan dari bahan ajar yang dikembangkan meliputi dua indikator yaitu kejelasan informasi dalam bahan ajar dan kekonsistenan penggunaan istilah. Hasil analisis sub aspek keterbacaan dari bahan ajar yang dikembangkan disajikan pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17. Hasil analisis sub aspek keterbacaan

<b>Sub Aspek</b>	<b>P (%)</b>	<b>Kriteria</b>
Kejelasan informasi dalam bahan ajar	100	Sangat Layak
Kekonsistenan penggunaan istilah	91,67	Sangat Layak

Hasil analisis sub aspek keterbacaan termasuk dalam kriteria sangat layak. Hal ini dikarenakan istilah, simbol, dan ikon yang digunakan dalam bahan ajar yang dikembangkan disusun secara konsisten sehingga tidak menimbulkan kebingungan pada peserta didik yang kosisten. Sebagaimana menurut Purnanto & Mustadi (2016), bahwa penggunaan istilah yang konsisten dari awal sampai akhir dapat memudahkan peserta didik dalam memahami isi buku.

#### 4.3.3.2 Kesesuaian Kaidah Bahasa Indonesia

Sub aspek kesesuaian kaidah bahasa Indonesia terdiri dari sebuah indikator yaitu ketepatan struktur kalimat. Hasil analisis sub aspek kesesuaian kaidah bahasa Indonesia pada indikator tersebut memperoleh rata-rata persentase 83,33%. Hasil

ini menunjukkan bahwa bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter disajikan dengan ketepatan struktur kalimat dalam kategori yang layak. Hal ini dikarenakan bahan ajar disusun dengan memperhatikan struktur SPO/SPOK dalam suatu kalimat sesuai dengan panduan Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI) dan disesuaikan dengan pembacanya (peserta didik jenjang pendidikan SMA) sehingga mudah dipahami peserta didik. Sebagaimana yang dinyatakan oleh Sorraya (2014), bahwa bahan ajar yang dikembangkan sesuai dengan tingkat perkembangan kognitif peserta didik dapat memudahkan peserta didik dalam memahami setiap kegiatan yang ada di bahan ajar.

Berdasarkan hasil validasi kelayakan bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter pada materi fluida didapatkan beberapa saran yang diberikan oleh validator untuk memperbaiki aspek kelayakan kebahasaan dari bahan ajar yang dikembangkan. Saran tersebut disajikan pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18. Saran validator untuk aspek kelayakan kebahasaan

No.	Saran	Perbaikan
1.	Cek secara keseluruhan tulisan dalam bahan ajar dan perbaiki apabila terdapat kesalahan pengetikan.	Telah dilakukan perbaikan terhadap kesalahan pengetikan.
2.	Konsisten dalam penggunaan dan penulisan lambang-lambang fisika.	Konsistensi penggunaan dan penulisan huruf “ <i>p</i> ” untuk tekanan dan huruf “ <i>P</i> ” untuk daya.

Adapun hasil saran dan perbaikan yang disajikan pada Tabel 4.18 setelah melalui tahap uji kelayakan bahan ajar disajikan pada Gambar 4.28 dan Gambar 4.29 berikut.



### Contoh Soal

#### Contoh 3

Piston besar pada pengangkat hidrolik mempunyai penampang berbentuk lingkaran yang jari-jarinya 20 cm. Berapakah besarnya gaya yang harus diberikan pada piston kecil yang berjari-jari 2 cm agar dapat mengangkat mobil yang massanya 1.000 kg?

#### Penyelesaian

Berat mobil  $w = mg = 1.000 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 980 \text{ N}$

Jari-jari piston kecil  $r_1 = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$

Jari-jari piston besar  $r_2 = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$

Dengan menggunakan persamaan (1) diperoleh

$$F_1 = \frac{A_1}{A_2} F_2 = \frac{\pi r_1^2}{\pi r_2^2} = \frac{(0,02 \text{ m})^2}{(0,2 \text{ m})^2} (980 \text{ N}) = 9,8 \text{ N}$$

(a)



### Contoh Soal

#### Contoh 3

Piston besar pada pengangkat hidrolik mempunyai penampang berbentuk lingkaran yang jari-jarinya 20 cm. Berapakah besarnya gaya yang harus diberikan pada piston kecil yang berjari-jari 2 cm agar dapat mengangkat mobil yang massanya 1.000 kg?

#### Penyelesaian

Berat mobil  $w = mg = 1.000 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 9.800 \text{ N}$

Jari-jari piston kecil  $r_1 = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$

Jari-jari piston besar  $r_2 = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$

Dengan menggunakan persamaan (1) diperoleh

$$F_1 = \frac{A_1}{A_2} F_2 = \frac{\pi r_1^2}{\pi r_2^2} = \frac{(0,02 \text{ m})^2}{(0,2 \text{ m})^2} (9.800 \text{ N}) = 98 \text{ N}$$

(b)

Gambar 4.28 Perbaikan terhadap kesalahan pengetikan (a) sebelum dan (b) sesudah dilakukan perbaikan.



$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$

dimana:

- $P_1$  : tekanan air pada posisi 1
- $P_2$  : tekanan air pada posisi 2
- $\rho$  : massa jenis air
- $g$  : percepatan gravitasi bumi
- $h_1$  : ketinggian air pada posisi 1
- $h_2$  : ketinggian air pada posisi 2
- $v_1$  : laju aliran air pada posisi 1
- $v_2$  : laju aliran air pada posisi 2


Posisi 1 dan 2 diilustrasikan pada Gambar 12.

Mari kita perhatikan kondisi yang ditunjukkan pada Gambar 45. Tekanan yang dialami air selama jatuh selalu sama, yaitu sama dengan tekanan atmosfer. Dengan demikian  $p_1 = p_2$  pada posisi mana pun. Persamaan di atas menjadi lebih sederhana sebagai berikut (T)

$\rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$

atau

$v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2g(h_1 - h_2)}$  ..... (30)



**Gambar 46.** Posisi 1 yang dipilih adalah mulut keran dan posisi 2 berada di bawahnya.  
(Sumber: Abdullah, 2018)



(a)

$p_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$

dimana:

- $p_1$  : tekanan air pada posisi 1
- $p_2$  : tekanan air pada posisi 2
- $\rho$  : massa jenis air
- $g$  : percepatan gravitasi bumi
- $h_1$  : ketinggian air pada posisi 1
- $h_2$  : ketinggian air pada posisi 2
- $v_1$  : laju aliran air pada posisi 1
- $v_2$  : laju aliran air pada posisi 2


Posisi 1 dan 2 diilustrasikan pada Gambar 12.

Mari kita perhatikan kondisi yang ditunjukkan pada Gambar 53. Tekanan yang dialami air selama jatuh selalu sama, yaitu sama dengan tekanan atmosfer. Dengan demikian  $p_1 = p_2$  pada posisi mana pun. Persamaan di atas menjadi lebih sederhana sebagai berikut (T)

$\rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$

atau

$v_2 = \sqrt{v_1^2 + 2g(h_1 - h_2)}$  ..... (35)



**Gambar 53.** Posisi 1 yang dipilih adalah mulut keran dan posisi 2 berada di bawahnya.  
(Sumber: Abdullah, 2018)



(b)

Gambar 4.29 Konsistensi penggunaan dan penulisan huruf “p” untuk tekanan dan huruf “P” untuk daya. (a) sebelum dan (b) sesudah dilakukan perbaikan.

#### 4.3.4 Kelayakan Aspek Kegrafikan

Aspek kelayakan kegrafikan dari bahan ajar yang dikembangkan meliputi tiga sub aspek yaitu ukuran bahan ajar, desain kover bahan ajar, dan desain isi bahan ajar. Hasil analisis kelayakan aspek kegrafikan dari bahan ajar disajikan pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19. Hasil analisis aspek kelayakan kegrafikan

<b>Sub Aspek</b>	<b>P (%)</b>	<b>Kriteria</b>
Ukuran bahan ajar	91,67	Sangat Layak
Desain kover bahan ajar	87,50	Sangat Layak
Desain isi bahan ajar	83,33	Layak
<b>Rata-rata</b>	<b>87,50</b>	<b>Sangat Layak</b>

Berdasarkan analisis hasil uji aspek kelayakan kegrafikan yang disajikan pada Tabel 4.19 didapatkan bahwa pada aspek kelayakan kegrafikan, bahan ajar yang dikembangkan mendapatkan rata-rata persentase sebesar 87,50% dengan kriteria sangat layak. Adapun sub aspek kelayakan kegrafikan tersebut terdiri atas beberapa indikator sebagai berikut.

##### 4.3.4.1 Ukuran Bahan Ajar

Sub aspek ukuran bahan ajar terdiri dari sebuah indikator yaitu kesesuaian bahan ajar dengan standar ISO. Hasil analisis sub aspek ukuran bahan ajar pada indikator tersebut memperoleh rata-rata persentase 91,67%. Hasil ini menunjukkan bahwa bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter disajikan dengan kesesuaian bahan ajar dengan standar ISO dalam kategori yang sangat layak. Hal ini dikarenakan bahan ajar dibuat menggunakan kertas A4 (21 cm × 29,7 cm) yang disesuaikan dengan standar ISO. Hal tersebut dimaksudkan agar bahan ajar fisika yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran di sekolah maupun luar sekolah (Prastowo, 2015: 217).

##### 4.3.4.2 Desain Kover Bahan Ajar

Sub aspek desain kover bahan ajar yang dikembangkan meliputi dua indikator yaitu komposisi dan ukuran tata letak (judul, pengarang, institusi, logo, dll) proporsional, seimbang, dan seirama dengan tata letak isi (sesuai pola) serta warna

unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi. Hasil analisis sub aspek desain kover bahan ajar yang dikembangkan disajikan pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20. Hasil analisis sub aspek desain kover bahan ajar

<b>Sub Aspek</b>	<b>P (%)</b>	<b>Kriteria</b>
Komposisi dan ukuran tata letak (judul, pengarang, institusi, logo, dll) proporsional, seimbang, dan seirama dengan tata letak isi (sesuai pola)	91,67	Sangat Layak
Warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi	83,33	Layak

Hasil ini menunjukkan bahwa bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter memuat sub aspek desain kover bahan ajar yang meliputi komposisi dan ukuran tata letak (judul, pengarang, institusi, logo, dll) proporsional, seimbang, dan seirama dengan tata letak isi (sesuai pola) dengan kriteria sangat layak dan warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi dengan kriteria layak Hal ini dikarenakan kover bahan ajar yang dikembangkan didesain dengan memperhatikan komposisi warna dan ukuran tata letak secara proporsional. Gambar ilustrasi yang terdapat pada kover bahan ajar merupakan contoh aplikasi fluida dalam kehidupan sehari-hari. Sebagaimana Pattashiki & Hakim (2016) yang menyatakan bahwa warna dan ilustrasi desain pada kover bahan ajar yang menarik dapat memperjelas konsep, pesan, dan materi dalam bahan ajar.

#### 4.3.4.3 Desain Isi Bahan Ajar

Sub aspek desain isi bahan ajar terdiri dari sebuah indikator yaitu kesesuaian jenis dan ukuran huruf. Hasil analisis sub aspek desain isi bahan ajar pada indikator tersebut memperoleh rata-rata persentase 83,33%. Hasil ini menunjukkan bahwa bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter disajikan dengan kesesuaian jenis dan ukuran huruf dalam kategori yang layak. Hal ini dikarenakan teks dalam bahan ajar yang dikembangkan ditulis dengan jenis huruf *Times New Roman* dan ukuran *font* 12-16 sehingga peserta didik dapat melihat dengan jelas dan mudah dalam membacanya. Sebagaimana hasil penelitian Nurhadryani *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa jenis dan ukuran huruf yang

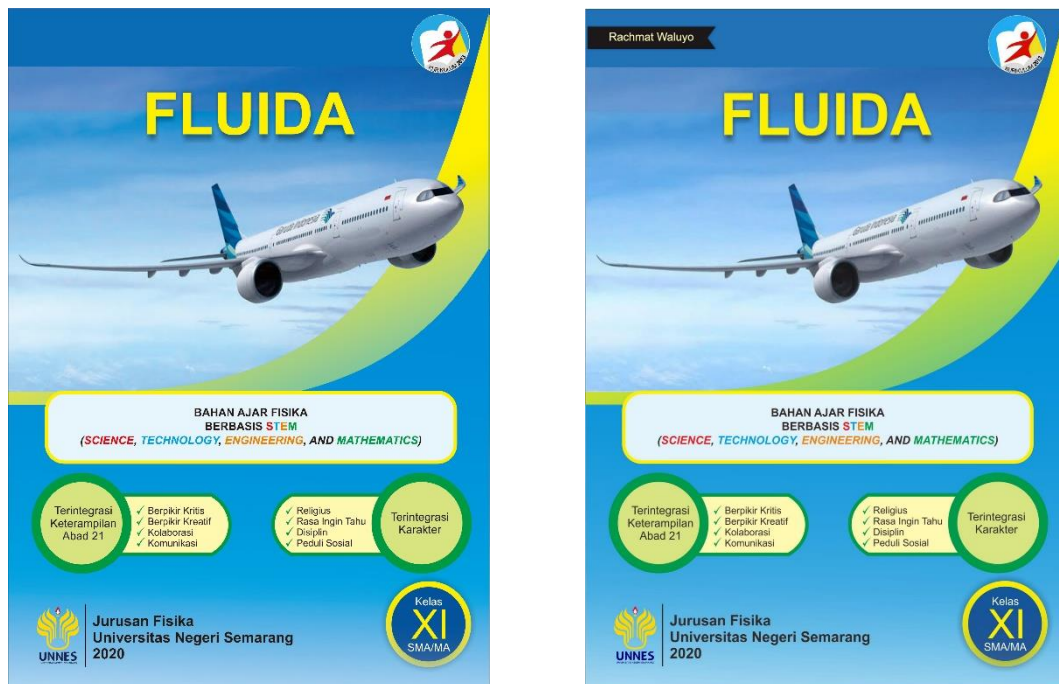
sesuai akan memudahkan peserta didik dalam mempelajari materi yang terdapat dalam bahan ajar.

Berdasarkan hasil validasi kelayakan bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter pada materi fluida didapatkan beberapa saran yang diberikan oleh validator untuk memperbaiki aspek kelayakan kegrafikan dari bahan ajar yang dikembangkan. Saran tersebut disajikan pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21. Saran validator untuk aspek kelayakan kegrafikan

No.	Saran	Perbaikan
1.	Pada cover bahan ajar ditambahkan nama penulis.	Telah ditambahkan nama penulis pada bagian kover bahan ajar.

Adapun hasil saran dan perbaikan yang disajikan pada Tabel 4.10 setelah melalui tahap uji kelayakan bahan ajar disajikan pada Gambar 4.30 berikut.



(a)

(b)

Gambar 4.30 Penambahan nama penulis pada bagian kover bahan ajar (a) sebelum dan (b) sesudah dilakukan perbaikan.

#### 4.4 Keterbacaan Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM

Selain diuji kelayakannya, bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter juga diuji keterbacaannya. Uji keterbacaan merupakan tahap kedua dalam tahap uji coba awal yang bertujuan untuk mengetahui tingkat keterbacaan bahan ajar yang dikembangkan. Uji keterbacaan terhadap bahan ajar yang dikembangkan diberikan kepada 35 peserta didik kelas XI MIPA 3 dan 34 peserta didik kelas XI MIPA 5 SMA Negeri 1 Patikraja. Sebelumnya responden diberikan waktu untuk membaca bahan ajar tersebut, kemudian responden mengerjakan tes rumpang secara daring selama 30 menit melalui *Google Form*. Penyusunan teks rumpang tersebut didasarkan pada kutipan teks tiap sub bab yang terdapat dalam bahan ajar yang kemudian dibuat sejumlah 50 kata rumpang.

Berdasarkan pedoman yang ditemukan Rankin & Culhane (1969), bahan ajar fisika yang dikembangkan dianggap mudah dipahami oleh peserta didik apabila persentase skor uji keterbacaan diperoleh di atas 60%. Hasil uji keterbacaan bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter disajikan pada Tabel 4.22. Adapun data selengkapnya disajikan pada Lampiran 8.

Tabel 4.22. Hasil uji keterbacaan bahan ajar

<b>Kelas</b>	<b>P(%)</b>	<b>Kriteria</b>
XI MIPA 3	85,48	Mudah dipahami
XI MIPA 5	88,29	Mudah dipahami
<b>Rata-rata</b>	86,88	Mudah dipahami

Berdasarkan data yang diperoleh dari uji keterbacaan bahan ajar pada kelas XI MIPA 3 dan XI MIPA 5, didapatkan rata-rata persentase keterbacaan bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter adalah 86,88% dalam kategori mudah dipahami. Hasil ini menunjukkan bahwa bahan ajar tersebut mudah dipahami oleh peserta didik. Sebagaimana Dewi & Arini (2018), menyatakan bahwa hasil uji keterbacaan bahan ajar yang baik dapat meningkatkan minat belajar dan daya ingat pembacanya. Salah satu faktor pendukung keberhasilan peserta didik dalam memahami isi bahan ajar adalah adanya

gambar/ilustrasi visual pendukung materi pembelajaran. Sebagaimana Neina *et al.* (2015), menyatakan bahwa penggunaan gambar/ilustrasi visual pendukung materi pembelajaran mampu memengaruhi tingkat keterbacaan bahan ajar.

Secara umum, bahan ajar yang dikembangkan menggunakan struktur kalimat yang sesuai dengan yang sesuai dengan panduan Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI) dan disesuaikan dengan pembacanya (peserta didik jenjang SMA) sehingga mudah dipahami peserta didik. Selain itu, bahan ajar yang dikembangkan juga dikemas dengan kosa kata yang sederhana sehingga memudahkan peserta didik dalam memahami materi. Hal serupa diungkapkan Larasati & Yulianti (2014) dalam penelitiannya yang menyatakan bahwa bahan ajar yang disusun menggunakan kalimat dan huruf sederhana akan lebih mudah dipahami oleh peserta didik. Teks dalam bahan ajar yang dikembangkan ditulis menggunakan jenis huruf standar *Times New Roman* dengan ukuran *font* 12-16. Sebagaimana Syamsi *et al.* (2013), menyatakan bahwa tipografi isi penulisan materi yang digunakan dalam bahan ajar seharusnya tidak menggunakan huruf hias dan variasi huruf yang berlebihan. Penulisan isi materi dalam bahan ajar yang dikembangkan juga disesuaikan dengan konteks bacaan seperti penggunaan huruf tebal ataupun miring untuk memberi penegasan pada kata-kata kunci dan judul. Hal ini sejalan dengan pendapat Arsyad (2014) yang menyatakan bahwa huruf yang dicetak tebal atau dicetak miring dalam bahan ajar dapat memberikan penekanan pada kata-kata kunci atau judul.

#### **4.5 Respons Peserta Didik terhadap Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM**

Pada tahap uji coba awal meliputi uji kelayakan dan uji keterbacaan, bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter telah dinyatakan sangat layak dan mudah dipahami oleh peserta didik. Bahan ajar tersebut kemudian direvisi sesuai dengan saran dan masukan validator. Setelah bahan ajar yang dikembangkan direvisi, selanjutnya bahan ajar akan melalui tahap uji lapangan operasional. Uji ini bertujuan untuk mengetahui respons peserta didik terhadap bahan ajar selaku pengguna mengenai aspek tampilan bahan ajar, tata bahasa dan susunan kalimat, isi, penggunaan, dan fungsi bahan ajar. Penilaian respons peserta didik terhadap bahan ajar dilakukan terhadap 35 peserta didik kelas

XI MIPA 3 dan 34 peserta didik kelas XI MIPA 5 di SMA Negeri 1 Patikraja. Pemilihan kelas XI MIPA sebagai responden dikarenakan asumsi bahwa kelas XI MIPA telah memiliki pengetahuan tentang materi fluida yang telah diperoleh di kelas XI semester ganjil sehingga dapat memberikan tanggapan terhadap bahan ajar dan kuesioner yang telah disusun. Dalam uji ini, responden diberikan waktu untuk mempelajari bahan ajar tersebut, kemudian peneliti memberikan penjelasan terkait bahan ajar yang dikembangkan sembari peserta didik mencermatinnya. Setelah itu, responden diberikan lembar angket daring yang disusun melalui *Google Form* untuk memberikan pendapatnya terhadap bahan ajar tersebut. Rekapitulasi hasil penilaian angket respons peserta didik terhadap bahan ajar disajikan pada Tabel 4.23. Adapun data selengkapnya disajikan pada Lampiran 10.

Tabel 4.23. Hasil penilaian angket respons peserta didik

<b>Kelas</b>	<b>P(%)</b>	<b>Kriteria</b>
XI MIPA 3	87,14	Sangat Baik
XI MIPA 5	89,50	Sangat Baik
<b>Rata-rata</b>	88,32	Sangat Baik

Berdasarkan analisis yang diperoleh dari penilaian angket respons peserta didik pada kelas XI MIPA 3 dan XI MIPA 5, secara keseluruhan didapatkan rata-rata persentase sebesar 88,32%. Hasil ini menunjukkan bahwa bahan ajar yang dikembangkan mendapatkan respon dalam kategori sangat baik dari peserta didik. Adapun rincian dari masing-masing aspek dalam angket respons peserta didik terhadap bahan ajar adalah sebagai berikut.

#### 4.5.1 Aspek Tampilan Bahan Ajar

Hasil analisis dari angket respons peserta didik terhadap bahan ajar pada aspek tampilan bahan ajar disajikan pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24. Hasil Analisis Aspek Tampilan Bahan Ajar

<b>No.</b>	<b>Pernyataan</b>	<b>Persentase (%) tiap kelas</b>		<b>Rata-rata</b>
		<b>XI MIPA 3</b>	<b>XI MIPA 5</b>	
1.	Tampilan bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi	86,43	88,24	87,34

	keterampilan abad 21 dan muatan karakter menarik			
2.	Gambar-gambar yang terdapat dalam bahan ajar jelas dan mudah dipahami	86,43	90,44	88,44
	<b>Rata-rata</b>	86,43	89,34	87,88

Berdasarkan kriteria penilaian respons peserta didik terhadap bahan ajar menurut Akbar (2013, h. 31), maka bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter pada materi fluida tersusun dengan tampilan sangat baik dengan persentase 87,88%. Hal tersebut disebabkan bahan ajar yang dikembangkan disusun dengan desain dan tampilan yang menarik dan sudah melalui proses validasi oleh ahli media, sehingga mendapatkan kriteria sangat baik dari hasil respons peserta didik dengan persentase 87,34%. Selain itu, gambar-gambar yang terdapat dalam bahan ajar juga disajikan dengan jelas sesuai dengan pembahasan dalam bahan ajar dan masukan dari validator sehingga mendapatkan kriteria sangat baik dari hasil respons peserta didik dengan persentase 88,44%. Hal ini selaras dengan penelitian Khamidah *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa bahan ajar yang dapat memvisualisasikan materi dengan jelas dan menarik melalui gambar dapat berinteraksi dengan peserta didik sehingga meningkatkan pemahaman peserta didik.

Berdasarkan respons peserta didik yang diberikan pada kolom alasan/masukan, disebutkan bahwa secara keseluruhan bahan ajar yang dikembangkan memiliki tampilan dan desain yang menarik serta gambar dan keterangan gambar yang disajikan mudah dipahami sehingga memotivasi peserta didik untuk membacanya.

#### 4.5.2 Aspek Tata Bahasa dan Susunan Kalimat

Hasil analisis dari angket respons peserta didik terhadap bahan ajar pada aspek tata bahasa dan susunan kalimat didasarkan atas sebuah indikator yaitu penggunaan bahasa dalam bahan ajar mudah dipahami dan diperoleh persentase rata-rata sebesar 88,44% dengan kategori sangat baik. Hal tersebut disebabkan bahan ajar yang dikembangkan menyajikan materi fluida dengan tata bahasa dan



susunan kalimat yang telah disesuaikan dengan Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia (PUEBI) dan disesuaikan juga dengan tingkat perkembangan kognitif pembacanya (peserta didik SMA) serta sudah melalui tahap validasi oleh ahli materi sehingga memudahkan peserta didik dalam memahami materi fluida pada bahan ajar. Sejalan dengan hasil respons peserta didik yang diberikan pada kolom alasan/masukan, disebutkan bahwa secara keseluruhan bahan ajar yang dikembangkan menggunakan bahasa Indonesia yang baku, lugas, dan dapat dipahami oleh peserta didik. Sebagaimana Rahmawati (2016), menyatakan bahwa dalam penyusunan bahan ajar harus memperhatikan penggunaan kalimat yang baku, efektif, dan konsisten dalam penggunaan kata sehingga mudah dipahami oleh peserta didik. Selain itu, pemilihan bahasa dalam bahan ajar menurut Qostantia (2017), harus disesuaikan dengan perkembangan usia peserta didik dengan memperhatikan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar.

#### 4.5.3 Aspek Isi

Hasil analisis dari angket respons peserta didik terhadap bahan ajar pada aspek isi disajikan pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25. Hasil analisis aspek isi

No.	Pernyataan	Persentase (%) tiap kelas		Rata-rata
		XI MIPA 3	XI MIPA 5	
1.	Materi yang terdapat dalam bahan ajar sesuai dengan pokok bahasan fluida	91,43	94,85	93,14
2.	Materi yang terdapat dalam bahan ajar mengaitkan antara fluida dengan aspek sains	90	90,44	90,22
3.	Materi yang terdapat dalam bahan ajar mengaitkan antara fluida dengan aspek teknologi	88,57	89,71	89,14
4.	Materi yang terdapat dalam bahan ajar mengaitkan antara fluida dengan aspek <i>engineering</i> (desain/rekayasa teknik)	86,43	88,24	87,34

5. Materi yang terdapat dalam bahan ajar mengaitkan antara fluida dengan aspek matematika	90,71	91,18	90,94
<b>Rata-rata</b>	89,43	90,88	90,16

Hasil analisis dari angket respons peserta didik terhadap bahan ajar pada aspek isi didasarkan atas lima indikator yaitu materi yang terdapat dalam bahan ajar sesuai dengan pokok bahasan fluida, materi yang terdapat dalam bahan ajar mengaitkan antara fluida dengan aspek sains, materi yang terdapat dalam bahan ajar mengaitkan antara fluida dengan aspek teknologi, materi yang terdapat dalam bahan ajar mengaitkan antara fluida dengan aspek *engineering* (desain/rekayasa teknik), dan materi yang terdapat dalam bahan ajar mengaitkan antara fluida dengan aspek matematika. Hasil analisis respons peserta didik terhadap aspek isi bahan ajar mendapatkan rata-rata persentase sebesar 90,16% dengan kriteria sangat baik.

Secara rinci hasil analisis respons peserta didik terhadap aspek isi bahan ajar meliputi materi yang terdapat pada bahan ajar sudah sesuai dengan pokok bahasan fluida dengan persentase skor 93,14% dalam kategori sangat baik. Isi materi dalam bahan ajar tersebut telah mengaitkan antara fluida dengan aspek sains, teknologi, *engineering*, dan matematika dalam kategori sangat baik dengan persentase skor berturut-turut 90,22%, 89,14%, 87,34% dan 90,94%. Hasil ini menunjukkan bahwa peserta didik dapat mengetahui kaitan antara materi fluida dengan sains, mengetahui berbagai teknologi yang memanfaatkan prinsip-prinsip dalam materi fluida, mengetahui bagaimana proses *engineering* (mendesain atau penciptaan suatu teknologi), dan mengetahui aspek matematika sebagai bahasa bagi sains, teknik, dan teknologi setelah mempelajari materi fluida dalam bahan ajar yang dikembangkan. Berdasarkan hasil respons peserta didik yang diberikan pada kolom alasan/masukan, disebutkan bahwa secara keseluruhan isi materi dalam bahan ajar yang dikembangkan menyajikan materi yang sesuai dengan yang pernah dipelajari peserta didik di semester ganjil dan memiliki banyak fitur yang mendukung kelengkapan pembelajaran di kelas, salah satunya “Rubrik STEM” yang berisi keterkaitan materi fluida dengan aspek sains, teknologi, *engineering*, dan

matematika. Adanya integrasi aspek S, T, E, dan M secara multi dan transdisiplin dalam bahan ajar ini dapat meningkatkan penguasaan konsep peserta didik (Pangesti *et al.*, 2017).

#### 4.5.4 Aspek Penggunaan

Angket respons peserta didik terhadap bahan ajar pada aspek penggunaan didasarkan atas sebuah indikator yaitu materi yang terdapat dalam bahan ajar tersusun secara sistematis dan mudah dipahami. Berdasarkan hasil analisis respons peserta didik diperoleh persentase rata-rata sebesar 88,48% dengan kategori sangat baik. Hal tersebut disebabkan bahan ajar yang dikembangkan menyajikan materi fluida yang dikemas dengan pembelajaran berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 (4C) dan muatan karakter sehingga memberi peserta didik kemauan belajar yang kuat dan berkelanjutan (Beers, 2011; Sartika 2019). Berdasarkan hasil respons peserta didik yang diberikan pada kolom alasan/masukan, disebutkan bahwa secara keseluruhan bahan ajar yang dikembangkan praktis digunakan dalam pembelajaran, menyajikan materi yang lengkap seputar fluida, dan mudah dipahami. Sebagaimana hasil penelitian Irwandani *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa materi yang disusun secara sistematis, logis, mudah dipahami, dan mudah digunakan oleh pendidik maupun peserta didik memiliki kualitas dan kelayakan yang baik.

#### 4.5.5 Aspek Fungsi

Hasil analisis dari angket respons peserta didik terhadap bahan ajar pada aspek fungsi disajikan pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26. Hasil analisis aspek fungsi

No.	Pernyataan	Persentase (%) tiap kelas		Rata-rata
		XI MIPA 3	XI MIPA 5	
1.	Bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter praktis digunakan dalam pembelajaran	86,43	89,71	88,07
2.	Bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter membantu	86,43	88,24	87,34

	Anda memahami pokok bahasan fluida secara lebih mendalam dari aspek sains			
3.	Bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter membantu Anda memahami pokok bahasan fluida secara lebih mendalam dari aspek teknologi	85,71	86,76	86,24
4.	Bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter membantu Anda memahami pokok bahasan fluida secara lebih mendalam dari aspek <i>engineering</i> (desain/rekayasa teknik)	82,86	83,82	83,34
5.	Bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter membantu Anda memahami pokok bahasan fluida secara lebih mendalam dari aspek matematika	88,57	87,5	88,04
<b>Rata-rata</b>		86	87,21	86,60

Hasil analisis dari angket respons peserta didik terhadap bahan ajar pada aspek fungsi didasarkan atas lima indikator yaitu bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter praktis digunakan dalam pembelajaran, bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter membantu Anda memahami pokok bahasan fluida secara lebih mendalam dari aspek sains, bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter membantu Anda memahami pokok bahasan fluida secara lebih mendalam dari aspek teknologi, bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter membantu Anda memahami pokok bahasan fluida secara lebih mendalam dari aspek

*engineering* (desain/rekayasa teknik), dan bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter membantu Anda memahami pokok bahasan fluida secara lebih mendalam dari aspek matematika. Hasil analisis respons peserta didik terhadap aspek fungsi bahan ajar mendapatkan rata-rata persentase sebesar 86,60% dengan kriteria sangat baik.

Secara rinci hasil analisis respons peserta didik terhadap aspek fungsi bahan ajar meliputi bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter praktis digunakan dalam pembelajaran dengan persentase skor 88,07% dalam kategori sangat baik. Hal tersebut dikarenakan bahan ajar yang dikembangkan telah membantu peserta didik memahami materi fluida secara lebih mendalam dalam kaitannya dengan aspek sains, teknologi, dan matematika dalam kategori sangat baik dengan persentase skor secara berturut-turut 87,34%, 86,24%, dan 88,04%. Selain itu, bahan ajar yang dikembangkan juga telah membantu peserta didik memahami materi fluida secara lebih mendalam dalam kaitannya dengan aspek *engineering* dalam kategori baik dengan persentase skor 83,34%. Hasil ini menunjukkan bahwa bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter secara fungsi membantu peserta didik mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam pada materi fluida dalam kaitannya dengan aspek STEM dan praktis digunakan dalam pembelajaran.

Berdasarkan hasil respons peserta didik yang diberikan pada kolom alasan/masukan, disebutkan bahwa secara keseluruhan bahan ajar yang dikembangkan praktis digunakan dalam pembelajaran dan sesuai jika dijadikan sebagai buku pegangan peserta didik untuk belajar di sekolah maupun di luar sekolah. Sebagaimana hasil penelitian Afriana *et al.* (2016) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis STEM dapat memberikan pengalaman yang mengesankan sehingga menimbulkan motivasi dan minat dalam belajar.

#### **4.6 Wawancara Respons Peserta Didik terhadap Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM**

Wawancara dilakukan untuk menggali secara langsung tentang respons peserta didik terhadap bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan

abad 21 dan muatan karakter. Sebagaimana pendapat Asriningtyas *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa data suatu penelitian dapat diperkuat melalui tahapan wawancara terhadap peserta didik. Responden wawancara dalam penelitian ini adalah 6 peserta didik yang masing-masing terdiri atas 3 peserta didik kelas XI MIPA 3 dan 3 peserta didik kelas XI MIPA 5 SMA Negeri 1 Patikraja. Berikut adalah hasil wawancara dengan keenam peserta didik tersebut.

#### 4.6.1 Hasil Wawancara Pertama

Berikut adalah percakapan yang terdapat dalam wawancara pertama dengan salah satu peserta didik kelas XI MIPA 3.

- P : “Menurut Dik Istiqomah bahan ajar yang Bapak berikan tadi, apakah sudah menarik atau masih ada yang kurang?”
- S1 : “Iya, kalau menurut saya sudah menarik, Pak.”
- P : “Menurut Dik Istiqomah bagian mana yang paling menarik?”
- S1 : “Menurut saya bagian materi massa jenis dan hukum Pascal, Pak. Karena saya paham materi itu dan ternyata banyak aplikasi di bidang teknologi dari hukum Pascal.”
- P : “Kalau Dik Istiqomah sendiri lebih menyukai bahan ajar cetak atau elektronik?”
- S1 : “Kalau saya lebih suka bahan ajar cetak, Pak.”
- P : “Menurut Dik Istiqomah dari sisi gambar yang terdapat dalam bahan ajar sudah jelas dan mudah dipahami atau belum?”
- S1 : “Sudah jelas, Pak.”
- P : “Kemudian, dari sisi bahasa yang terdapat dalam bahan ajar menurut Dik Istiqomah, apakah mudah dipahami atau belum?”
- S1 : “Kalau bahasa sudah baik, Pak. Cuma selama ini ketika saya belajar fisika lebih tertuju ke rumusnya, Pak.”
- P : “Kemudian, menurut Dik Istiqomah dari sisi materi yang terdapat dalam bahan ajar, apakah sudah sesuai dengan dengan pembahasan materi fluida atau menyimpang?”
- S1 : “Sudah sesuai dengan materi fluida, Pak.”

- P : “Menurut Dik Istiqomah, pada bagian “Rubrik STEM” dalam bahan ajar yang di dalamnya menjelaskan mengenai keterkaitan materi yang sedang dibahas dengan sains, teknologi, *engineering*, dan matematika, apakah menarik dan memotivasi Adik untuk lebih semangat belajar?”
- S1 : “Menurut saya bagian “Rubrik STEM” menarik, Pak. Masalah motivasi belajar saya semangat jika materinya masih mudah seperti bagian awal, Pak.”
- P : “Kemudian dalam bahan ajar kan juga terdapat kegiatan “Ayo Mengamati!” dan “Ayo Diskusi!”, dimana di dalamnya terdapat bacaan dan soal yang mengarahkan Adik untuk berpikir kritis, kreatif, memiliki keterampilan komunikasi dan kolaborasi. Apakah dengan tipe soal seperti itu, Adik menjadi lebih tertarik dan merasa bersemangat untuk menyelesaikannya?”
- S1 : “Bagian bacaannya yang berisi penerapan teknologi sangat menarik, Pak. Karena banyak pengetahuan baru saya temukan. Namun untuk soalnya saya lebih menyukai soal yang berbentuk diketahui, ditanya, dan jawab.”
- P : “Kemudian dalam bahan ajar juga terdapat beberapa nilai karakter. Apa saja karakter tersebut? Apakah nilai-nilai karakter tersebut membantu Adik dalam meningkatkan karakter dalam diri Adik?”
- S1 : “Peduli sosial, rasa ingin tahu, religius, dan disiplin. Iya, menurut saya membantu, Pak, terutama nilai peduli sosialnya yang menurut saya sangat sesuai untuk saya.”

Berdasarkan hasil wawancara di atas, diketahui bahwa subjek 1 (Istiqomah peserta didik kelas XI MIPA 3) menyatakan bahwa bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter memiliki tampilan yang menarik, gambar dan bahasa yang jelas dan mudah dipahami, materi yang sesuai dengan pembelajaran pada semester ganjil, materi pada konten “Rubrik STEM” yang menarik, terintegrasi keterampilan abad 21 (4C) dan nilai-nilai karakter yang meliputi peduli sosial, rasa ingin tahu, religius, dan disiplin. Subjek 1 juga menyatakan bahwa ia lebih menyukai bahan ajar cetak dengan masukan pada bagian rumus diberi penekanan berupa kotak penjelas. Secara keseluruhan, menurut

subjek 1, bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter pada materi fluida praktis untuk digunakan dalam pembelajaran.

#### 4.6.2 Hasil Wawancara Kedua

Berikut adalah percakapan yang terdapat dalam wawancara kedua dengan salah satu peserta didik kelas XI MIPA 3.

- P : “Menurut Dik Gandi bahan ajar yang Bapak berikan tadi, apakah sudah menarik atau masih ada yang kurang?”
- S2 : “Sudah menarik dan *colorful* Pak.”
- P : “Menurut Dik Gandi bagian mana yang paling menarik?”
- S2 : “Menurut saya bagian tugas proyeknya Pak, karena pasti menyenangkan jika dikerjakan bersama teman kelompok dan kita dapat berkreasi dalam tugas itu.”
- P : “Kalau Dik Gandi sendiri lebih menyukai bahan ajar cetak atau elektronik?”
- S2 : “Bahan ajar cetak Pak, karena kalau bahan ajar elektronik susah untuk dibaca.”
- P : “Menurut Dik Gandi dari sisi gambar yang terdapat dalam bahan ajar sudah jelas dan mudah dipahami atau belum?”
- S2 : “Sudah Pak, terlebih berwarna jadi lebih mudah diamati.”
- P : “Kemudian, dari sisi bahasa yang terdapat dalam bahan ajar menurut Dik Gandi apakah mudah dipahami atau belum?”
- S2 : “Bahasanya sudah baik, Pak. Bisa saya pahami.”
- P : “Kemudian, menurut Dik Gandi dari sisi materi yang terdapat dalam bahan ajar, apakah sudah sesuai dengan dengan pembahasan materi fluida atau menyimpang?”
- S2 : “Sudah sesuai, Pak. Bahkan dalam bahan ajar yang Bapak berikan sangat lengkap.”
- P : “Menurut Dik Gandi, pada bagian “Rubrik STEM” dalam bahan ajar yang di dalamnya menjelaskan mengenai keterkaitan materi yang sedang



dibahas dengan sains, teknologi, *engineering*, dan matematika, apakah menarik dan memotivasi Adik untuk lebih semangat belajar?”

S2 : “Menurut saya pada bagian “Rubrik STEM” sudah menarik Pak. Karena terdapat penjelasan yang detail dalam menjelaskan suatu teknologi.”

P : “Kemudian dalam bahan ajar kan juga terdapat kegiatan “Ayo Mengamati!” dan “Ayo Diskusi!”, dimana di dalamnya terdapat bacaan dan soal yang mengarahkan Adik untuk berpikir kritis, kreatif, memiliki keterampilan komunikasi dan kolaborasi. Apakah dengan tipe soal seperti itu, Adik menjadi lebih tertarik dan merasa bersemangat untuk menyelesaikannya?”

S2 : “Bagian bacaannya yang berisi penerapan materi fluida sudah menarik, Pak. Bagian soalnya juga sudah menarik Pak jika dikerjakan bersama teman melalui diskusi.”

P : “Kemudian dalam bahan ajar juga terdapat beberapa nilai karakter. Apa saja karakter tersebut? Apakah nilai-nilai karakter tersebut membantu Adik dalam meningkatkan karakter dalam diri Adik?”

S2 : “Rasa ingin tahu, peduli sosial, disiplin, dan religius. Iya, menurut saya membantu Pak, karena membantu kita melatih rasa ingin tahu.”

Berdasarkan hasil wawancara di atas, diketahui bahwa subjek 2 (Gandi peserta didik kelas XI MIPA 3) menyatakan bahwa bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter memiliki tampilan yang menarik dan penuh warna, gambar dan bahasa yang jelas dan mudah dipahami, materi yang sesuai dengan pembelajaran pada semester ganjil, materi pada konten “Rubrik STEM” yang menarik dan dijelaskan secara detail, terintegrasi keterampilan abad 21 (4C) dan nilai-nilai karakter yang meliputi rasa ingin tahu, peduli sosial, disiplin, dan religius. Subjek 2 juga menyatakan bahwa ia lebih menyukai bahan ajar cetak karena lebih mudah untuk dibaca. Secara keseluruhan, menurut subjek 2, bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter pada materi fluida praktis untuk digunakan dalam pembelajaran.

### 4.6.3 Hasil Wawancara Ketiga

Berikut adalah percakapan yang terdapat dalam wawancara ketiga dengan salah satu peserta didik kelas XI MIPA 3.

- P : “Menurut Dik Nurul bahan ajar yang Bapak berikan tadi, apakah sudah menarik atau masih ada yang kurang?”
- S3 : “Sudah menarik Pak.”
- P : “Menurut Dik Nurul bagian mana yang paling menarik?”
- S3 : “Menurut saya bagian pengenalan tokoh fisiknya (konten “Tokoh Kita”), Pak. Karena biasanya kita hanya tahu rumusnya saja tanpa tahu orangnya, Pak.”
- P : “Kalau Dik Nurul sendiri lebih menyukai bahan ajar cetak atau elektronik?”
- S3 : “Bahan ajar cetak Pak, karena lebih enak untuk dibaca.”
- P : “Menurut Dik Nurul dari sisi gambar yang terdapat dalam bahan ajar sudah jelas dan mudah dipahami atau belum?”
- S3 : “Sudah jelas Pak, namun ada beberapa gambar yang saya kurang paham.”
- P : “Kemudian, dari sisi bahasa yang terdapat dalam bahan ajar menurut Dik Nurul apakah mudah dipahami atau belum?”
- S3 : “Bahasanya sudah baik, Pak. Namun saya kalau belajar fisika fokus ke rumusnya, Pak. Jadi mungkin bisa diberi kotak penjelas pada rumusnya, Pak.”
- P : “Kemudian, menurut Dik Nurul dari sisi materi yang terdapat dalam bahan ajar, apakah sudah sesuai dengan dengan pembahasan materi fluida atau menyimpang?”
- S3 : “Sudah sesuai, Pak.”
- P : “Menurut Dik Nurul, pada bagian “Rubrik STEM” dalam bahan ajar yang di dalamnya menjelaskan mengenai keterkaitan materi yang sedang dibahas dengan sains, teknologi, *engineering*, dan matematika, apakah menarik dan memotivasi Adik untuk lebih semangat belajar?”

- S3 : “Menurut saya pada bagian “Rubrik STEM” sangat menarik, Pak. Karena dapat menambah wawasan saya.”
- P : “Kemudian dalam bahan ajar kan juga terdapat kegiatan “Ayo Mengamati!” dan “Ayo Diskusi!”, dimana di dalamnya terdapat bacaan dan soal yang mengarahkan Adik untuk berpikir kritis, kreatif, memiliki keterampilan komunikasi dan kolaborasi. Apakah dengan tipe soal seperti itu, Adik menjadi lebih tertarik dan merasa bersemangat untuk menyelesaikannya?”
- S3 : “Iya, Pak menarik dan ingin saya coba kerjakan.”
- P : “Kemudian dalam bahan ajar juga terdapat beberapa nilai karakter. Apa saja karakter tersebut? Apakah nilai-nilai karakter tersebut membantu Adik dalam meningkatkan karakter dalam diri Adik?”
- S3 : “Rasa ingin tahu, disiplin, peduli sosial, dan religius. Menurut saya membantu, Pak, karena dapat meningkatkan kesadaran kita akan pentingnya karakter.”

Berdasarkan hasil wawancara di atas, diketahui bahwa subjek 3 (Nurul peserta didik kelas XI MIPA 3) menyatakan bahwa bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter memiliki tampilan yang menarik dengan bagian paling menarik ada di bagian pengenalan tokoh-tokoh fisika, gambar dan bahasa yang cukup jelas dan mudah dipahami, materi yang sesuai dengan pembelajaran pada semester ganjil, materi pada konten “Rubrik STEM” yang menarik dan dapat menambah wawasan peserta didik, terintegrasi keterampilan abad 21 (4C) dan nilai-nilai karakter yang meliputi rasa ingin tahu, disiplin, peduli sosial, dan religius. Subjek 3 juga menyatakan bahwa ia lebih menyukai bahan ajar cetak karena lebih nyaman untuk dibaca dan terdapat gambar yang disertai penjelasan yang menurutnya masih membingungkan. Secara keseluruhan, menurut subjek 3, bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter pada materi fluida praktis untuk digunakan dalam pembelajaran.

#### 4.6.4 Hasil Wawancara Keempat

Berikut adalah percakapan yang terdapat dalam wawancara keempat dengan salah satu peserta didik kelas XI MIPA 5.

- P : “Menurut Dik Nenden bahan ajar yang Bapak berikan tadi, apakah sudah menarik atau masih ada yang kurang?”
- S4 : “Sudah menarik, Pak.”
- P : “Menurut Dik Nenden bagian mana yang paling menarik?”
- S4 : “Menurut saya bagian penyajiannya, Pak, yang penuh warna jadi mudah dipahami.”
- P : “Kalau Dik Nenden sendiri lebih menyukai bahan ajar cetak atau elektronik?”
- S4 : “Bahan ajar cetak, Pak. Karena bisa disimpan (tidak mudah tertumpuk file lain pada gawai/laptop) dan lebih efisien untuk dibaca”.
- P : “Menurut Dik Nenden dari sisi gambar yang terdapat dalam bahan ajar sudah jelas dan mudah dipahami atau belum?”
- S4 : “Sudah jelas Pak, banyak keterangan-keterangan gambar yang disajikan di dalamnya.”
- P : “Kemudian, dari sisi bahasa yang terdapat dalam bahan ajar menurut Dik Nenden apakah mudah dipahami atau belum?”
- S4 : “Bahasanya sudah baik, Pak. Namun ada beberapa kata asing yang belum saya tahu, Pak.”
- P : “Kemudian, menurut Dik Nenden dari sisi materi yang terdapat dalam bahan ajar, apakah sudah sesuai dengan dengan pembahasan materi fluida atau menyimpang?”
- S4 : “Sudah sesuai, Pak.”
- P : “Menurut Dik Nenden, pada bagian “Rubrik STEM” dalam bahan ajar yang di dalamnya menjelaskan mengenai keterkaitan materi yang sedang dibahas dengan sains, teknologi, *engineering*, dan matematika, apakah menarik dan memotivasi Adik untuk lebih semangat belajar?”
- S4 : “Menurut saya menarik, Pak. Karena menambah pengetahuan baru bagi saya, Pak.”

- P : “Kemudian dalam bahan ajar kan juga terdapat kegiatan “Ayo Mengamati!” dan “Ayo Diskusi!”, dimana di dalamnya terdapat bacaan dan soal yang mengarahkan Adik untuk berpikir kritis, kreatif, memiliki keterampilan komunikasi dan kolaborasi. Apakah dengan tipe soal seperti itu, Adik menjadi lebih tertarik dan merasa bersemangat untuk menyelesaikannya?”
- S4 : “Iya, Pak menarik banyak pengetahuan baru yang saya dapat dan akan coba saya kerjakan.”
- P : “Kemudian dalam bahan ajar juga terdapat beberapa nilai karakter. Apa saja karakter tersebut? Apakah nilai-nilai karakter tersebut membantu Adik dalam meningkatkan karakter dalam diri Adik?”
- S4 : “Rasa ingin tahu, disiplin, religius, dan peduli sosial. Menurut saya membantu, Pak, karena penyampaian karakternya dikaitkan dengan materi fluida sehingga membantu dalam memahami materi dan lebih mudah diingat.”

Berdasarkan hasil wawancara di atas, diketahui bahwa subjek 4 (Nenden peserta didik kelas XI MIPA 5) menyatakan bahwa bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter memiliki tampilan yang menarik dan berwarna sehingga mudah untuk dipahami, gambar yang jelas beserta keterangan lengkap pendukung gambar yang mudah dipahami, materi yang sesuai dengan pembelajaran pada semester ganjil, materi pada konten “Rubrik STEM” yang menarik dan dapat menambah pengetahuan peserta didik, terintegrasi keterampilan abad 21 (4C) dan nilai-nilai karakter yang meliputi rasa ingin tahu, disiplin, religius, dan peduli sosial. Subjek 4 juga menyatakan bahwa ia lebih menyukai bahan ajar cetak karena lebih mudah untuk disimpan dan dicari saat ingin mempelajarinya serta terdapat beberapa kata baru baginya sehingga cukup sulit untuk memahaminya. Secara keseluruhan, menurut subjek 4, bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter pada materi fluida praktis untuk digunakan dalam pembelajaran.

#### 4.6.5 Hasil Wawancara Kelima

Berikut adalah percakapan yang terdapat dalam wawancara kelima dengan salah satu peserta didik kelas XI MIPA 5.

- P : “Menurut Dik Novi bahan ajar yang Bapak berikan tadi, apakah sudah menarik atau masih ada yang kurang?”
- S5 : “Sudah menarik, Pak.”
- P : “Menurut Dik Novi bagian mana yang paling menarik?”
- S5 : “Menurut saya bagian konten Rubrik STEM-nya, Pak. Karena unik beda dengan buku yang lain.”
- P : “Kalau Dik Novi sendiri lebih menyukai bahan ajar cetak atau elektronik?”
- S5 : “Tergantung, Pak. Kalau lagi malas belajar pake buku cetak kadang saya belajar lewat buku elektronik, Pak.”
- P : “Menurut Dik Novi dari sisi gambar yang terdapat dalam bahan ajar sudah jelas dan mudah dipahami atau belum?”
- S5 : “Sudah jelas dan dapat saya pahami, Pak.”
- P : “Kemudian, dari sisi bahasa yang terdapat dalam bahan ajar menurut Dik Novi apakah mudah dipahami atau belum?”
- S5 : “Bahasanya sudah baik dan dapat saya pahami, Pak.”
- P : “Kemudian, menurut Dik Novi dari sisi materi yang terdapat dalam bahan ajar, apakah sudah sesuai dengan dengan pembahasan materi fluida atau menyimpang?”
- S5 : “Sudah sesuai, Pak.”
- P : “Menurut Dik Novi, pada bagian “Rubrik STEM” dalam bahan ajar yang di dalamnya menjelaskan mengenai keterkaitan materi yang sedang dibahas dengan sains, teknologi, *engineering*, dan matematika, apakah menarik dan memotivasi Adik untuk lebih semangat belajar?”
- S5 : “Menurut saya pada bagian “Rubrik STEM” sudah menarik, Pak. Karena menyajikan berbagai aplikasi teknologi yang berkaitan dengan fluida.”
- P : “Kemudian dalam bahan ajar kan juga terdapat kegiatan “Ayo Mengamati!” dan “Ayo Diskusi!”, dimana di dalamnya terdapat bacaan

dan soal yang mengarahkan Adik untuk berpikir kritis, kreatif, memiliki keterampilan komunikasi dan kolaborasi. Apakah dengan tipe soal seperti itu, Adik menjadi lebih tertarik dan merasa bersemangat untuk menyelesaikannya?”

S5 : “Iya, menarik, Pak. Namun saya lebih menyukai soal fisika yang langsung menerapkan rumus.”

P : “Kemudian dalam bahan ajar juga terdapat beberapa nilai karakter. Apa saja karakter tersebut? Apakah nilai-nilai karakter tersebut membantu Adik dalam meningkatkan karakter dalam diri Adik?”

S5 : “Religius, disiplin, peduli sosial, dan rasa ingin tahu. Menurut saya membantu, Pak, karena karakter seseorang perlu untuk dikembangkan.”

Berdasarkan hasil wawancara di atas, diketahui bahwa subjek 5 (Novi peserta didik kelas XI MIPA 5) menyatakan bahwa bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter memiliki tampilan yang menarik dan unik berbeda dengan bahan ajar lain, gambar dan bahasa yang jelas dan mudah dipahami, materi yang sesuai dengan pembelajaran pada semester ganjil, materi pada konten “Rubrik STEM” yang menarik dan menyajikan berbagai aplikasi di bidang teknologi yang berhubungan dengan materi fluida, terintegrasi keterampilan abad 21 (4C) dan nilai-nilai karakter yang meliputi religius, disiplin, peduli sosial, dan rasa ingin tahu. Subjek 5 juga menyatakan bahwa ia menyukai bahan ajar cetak maupun elektronik. Namun pada bagian soal-soal diskusi pada bahan ajar, subjek 5 lebih menyukai soal fisika yang langsung menerapkan rumus. Secara keseluruhan, menurut subjek 5, bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter pada materi fluida praktis untuk digunakan dalam pembelajaran.

#### **4.6.6 Hasil Wawancara Keenam**

Berikut adalah percakapan yang terdapat dalam wawancara keenam dengan salah satu peserta didik kelas XI MIPA 5.

P : “Menurut Dik Tegar bahan ajar yang Bapak berikan tadi, apakah sudah menarik atau masih ada yang kurang?”

- S6 : “Sudah menarik dan berwarna, Pak, sehingga lebih nyaman dibaca.”
- P : “Menurut Dik Tegar bagian mana yang paling menarik?”
- S6 : “Menurut saya bagian soal-soal diskusinya, Pak. Karena banyak penerapan fluida yang dapat di diskusikan.”
- P : “Kalau Dik Tegar sendiri lebih menyukai bahan ajar cetak atau elektronik?”
- S6 : “Bahan ajar cetak Pak, karena lebih nyaman untuk dibaca dan lebih nyata.”
- P : “Menurut Dik Tegar dari sisi gambar yang terdapat dalam bahan ajar sudah jelas dan mudah dipahami atau belum?”
- S6 : “Sudah jelas dan mudah dipahami, Pak.”
- P : “Kemudian, dari sisi bahasa yang terdapat dalam bahan ajar menurut Dik Tegar apakah mudah dipahami atau belum?”
- S6 : “Bahasanya juga sudah baik dan bisa saya pahami, Pak.”
- P : “Kemudian, menurut Dik Tegar dari sisi materi yang terdapat dalam bahan ajar, apakah sudah sesuai dengan dengan pembahasan materi fluida atau menyimpang?”
- S6 : “Sudah sesuai, Pak. Judul tiap materinya sama dengan yang saya pelajari waktu semester ganjil.”
- P : “Menurut Dik Tegar, pada bagian “Rubrik STEM” dalam bahan ajar yang di dalamnya menjelaskan mengenai keterkaitan materi yang sedang dibahas dengan sains, teknologi, *engineering*, dan matematika, apakah menarik dan memotivasi Adik untuk lebih semangat belajar?”
- S6 : “Menurut saya pada bagian “Rubrik STEM” menarik, Pak. Karena dijelaskan dengan sangat lengkap.”
- P : “Kemudian dalam bahan ajar kan juga terdapat kegiatan “Ayo Mengamati!” dan “Ayo Diskusi!”, dimana di dalamnya terdapat bacaan dan soal yang mengarahkan Adik untuk berpikir kritis, kreatif, memiliki keterampilan komunikasi dan kolaborasi. Apakah dengan tipe soal seperti itu, Adik menjadi lebih tertarik dan merasa bersemangat untuk menyelesaikannya?”



- S6 : “Iya, Pak menarik dan akan saya coba kerjakan.”
- P : “Kemudian dalam bahan ajar juga terdapat beberapa nilai karakter. Apa saja karakter tersebut? Apakah nilai-nilai karakter tersebut membantu Adik dalam meningkatkan karakter dalam diri Adik?”
- S6 : “Rasa ingin tahu, religius, peduli sosial, dan disiplin. Menurut saya membantu, Pak, karena memiliki keterkaitan dengan materi sehingga mudah diingat.”

Berdasarkan hasil wawancara di atas, diketahui bahwa subjek 6 (Tegar peserta didik kelas XI MIPA 5) menyatakan bahwa bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter memiliki tampilan yang menarik dan mudah untuk dipahami, gambar dan bahasa yang jelas dan mudah dipahami, materi yang sesuai dengan pembelajaran pada semester ganjil, materi pada konten “Rubrik STEM” yang menarik dan dijelaskan dengan sangat lengkap, terintegrasi keterampilan abad 21 (4C) dan nilai-nilai karakter yang meliputi rasa ingin tahu, religius, peduli sosial, dan disiplin yang dikaitkan dengan materi fluida sehingga mudah untuk diingat. Subjek 6 juga menyatakan bahwa ia lebih menyukai bahan ajar cetak karena mudah untuk dibaca dan menyukai soal berbentuk diskusi yang mendukung pengembangan keterampilan abad 21. Secara keseluruhan, menurut subjek 6, bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter pada materi fluida praktis untuk digunakan dalam pembelajaran.

Secara keseluruhan, analisis terhadap hasil wawancara terhadap peserta didik didapatkan bahwa bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter dapat memberikan pengalaman belajar baru bagi peserta didik, terutama dalam hal kaitan materi fluida dengan aspek sains, teknologi, *engineering*, dan matematika. Peserta didik menunjukkan ketertarikannya terhadap bahan ajar yang dikembangkan. Gambar dan bahasa yang disajikan telah membantu peserta didik dalam memahami permasalahan yang disajikan dalam bahan ajar walaupun masih terdapat bagian rumus yang perlu diberi penekanan supaya lebih terlihat jelas. Keterampilan abad 21 (4C) yang disajikan dalam bentuk permasalahan seputar teknologi yang berkaitan dengan fluida dalam soal diskusi

juga telah dipahami oleh peserta didik. Selain itu, penyajian nilai-nilai karakter yang saling berkaitan dengan materi juga telah dipahami oleh peserta didik. Sebagian besar peserta didik lebih menyukai bahan ajar cetak dibandingkan bahan ajar elektronik. Hal ini dikarenakan kepraktisannya dan kemudahannya saat digunakan untuk belajar. Temuan dari analisis hasil uji coba produk bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter menunjukkan bahwa bahan ajar ini praktis digunakan dalam pembelajaran dilihat dari aspek tampilan yang menarik, tata bahasa dan susunan kalimat yang mudah dipahami, isi materi berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter yang dapat diterima dan dipahami peserta didik, penggunaannya yang praktis, serta fungsi bahan ajar yang membuat peserta didik lebih tertarik untuk mempelajari materi secara lebih mendalam.

#### **4.7 Kendala Penelitian**

Pada penelitian ini terdapat beberapa kendala yang dialami oleh peneliti. Kendala tersebut antara lain kendala yang dihadapi oleh peneliti pada tahap perizinan penelitian di Mal Pelayanan Publik Kabupaten Banyumas, uji keterbacaan, uji lapangan operasional, dan wawancara respons peserta didik. Hal tersebut dikarenakan adanya pandemi Covid-19 di Indonesia sehingga Pemerintah Pusat hingga Pemerintah Daerah mengeluarkan kebijakan untuk meliburkan seluruh lembaga pendidikan. Pada tahap perizinan penelitian di Mal Pelayanan Publik Kabupaten Banyumas, peneliti harus menunggu surat keterangan izin penelitian yang sebelumnya diinput melalui website resmi Mal Pelayanan Publik Kabupaten Banyumas tanpa tahu kepastian kapan jadinya. Namun, kendala ini dapat diatasi dengan keaktifan peneliti menghubungi dan menemui pihak Mal Pelayanan Publik Kabupaten Banyumas, sehingga pada akhirnya sebulan kemudian surat izin penelitian baru jadi. Pada tahap uji keterbacaan, uji lapangan operasional, dan wawancara respons peserta didik peneliti mengalami kendala dikarenakan sekolah tempat dilakukan penelitian diliburkan (dilaksanakan pembelajaran jarak jauh/daring). Namun, hal ini dapat diatasi setelah peneliti berkonsultasi dengan dosen pembimbing dan pihak sekolah SMA Negeri 1 Patikraja bahwa uji

keterbacaan, uji lapangan operasional, dan wawancara respons peserta didik dapat dilakukan secara daring melalui aplikasi *Whatsapp*. Secara keseluruhan, segala kendala yang dialami peneliti dapat diatasi dengan baik.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Simpulan**

Simpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bahan ajar yang dikembangkan memiliki karakteristik berbasis STEM, terintegrasi keterampilan abad 21 (4C), dan bermuatan karakter. Produk penelitian berupa bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter pada materi fluida untuk peserta didik SMA/MA kelas XI.
2. Hasil uji kelayakan ditinjau dari aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, kelayakan kebahasaan, dan kelayakan kegrafikan. Berdasarkan analisis hasil uji kelayakan, menunjukkan persentase sebesar 91,36% yang berarti bahan ajar yang dikembangkan termasuk dalam kategori sangat layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran.
3. Hasil uji keterbacaan diperoleh dari peserta didik kelas XI MIPA 3 dan XI MIPA 5 dengan persentase keterbacaan sebesar 86,88% yang berarti bahan ajar yang dikembangkan mudah dipahami oleh peserta didik.
4. Respons peserta didik terhadap bahan ajar yang dikembangkan menunjukkan persentase sebesar 88,32% yang berarti bahan ajar yang dikembangkan mendapatkan respons dalam kategori sangat baik untuk digunakan oleh peserta didik kelas XI SMA/MA sebagai sumber belajar pendukung dalam proses pembelajaran materi fluida.

#### **5.2 Saran**

Saran untuk penelitian ini adalah diperlukan pengembangan lanjutan dengan menambahkan keterangan indikator 4C dalam setiap persoalan yang disajikan dalam bahan ajar serta menambahkan konten eksperimen menggunakan lab virtual untuk menambah pengalaman belajar peserta didik secara mandiri, terutama saat menggunakan sistem pembelajaran jarak jauh.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. (2016). *Fisika Dasar I*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan Project Based Learning Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Ditinjau dari Gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202-212.
- Aisyah, D. W., Gipayana, M., & Djatmika, E. T. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Literasi Bercirikan Quantum Teaching untuk Mengoptimalkan Pembelajaran Efektif dan Produktif. *Jurnal Pendidikan*, 2(5), 667-675.
- Akbar, S. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Al Azri, R. H. & Al-Rashdi, M. H. (2014). The Effect of Using Authentic Materials in Teaching. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 3(10), 249-254.
- Arifin, B. S. (2018). Nilai-Nilai Pendidikan Karakter dalam Al-Qur'an. *Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Keislaman*, 6(11), 19-32.
- Ariyani, Y. D. & Wangid, M. N. (2016). Pengembangan Bahan Ajar Tematik-Integratif Berbasis Nilai Karakter Peduli Lingkungan dan Tanggung Jawab. *Jurnal Pendidikan Karakter*, 6(1), 116-129.
- Arsyad, A. (2014). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Asriningtyas, A. N., Kristin, F., & Anugraheni, I. (2018). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas 4 SD. *Jurnal Karya Pendidikan Matematika*, 5(1), 23-32.
- Avery, Z. K. & Reeve, E. M. (2013). Developing Effective STEM Professional Development Programs. *Journal of Technology Education*, 25(1), 56-67.
- Bappenas. 2013. *Rencana Kerja Pemerintah 2013*. Jakarta: Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional.
- Becker, K. & Park, K. (2011). Effect of Integrative Approach among Science Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Subject on Student's Learning: A Primary Metaanalysis. *Journal of STEM Education*, 12(5/6), 23-37.
- Beers, S. Z. (2011). *21<sup>st</sup> Century Skills: Preparing Students for Their Future*. Tersedia di [http://cosee.umaine.edu/files/coseeos/21st\\_century\\_skills.pdf](http://cosee.umaine.edu/files/coseeos/21st_century_skills.pdf) [diakses 25-05-2020].
- Borg, W. R. & Gall, M. D. (1989). *Educational Research an Introduction* (5th ed.). New York: Longman.
- Brookhart, S. M. (2010). *How to Asses Higher-Order Thinking Skills in Your Classroom*. Alexandria, Virginia USA: ASCD.
- Brown, J. (2012). The Current Status of STEM Education Research. *Journal of STEM Education*, 13(5), 7-11.

- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. Arlington, Virginia: NSTA Press.
- Chesky, N. Z. & Wolfmeyer M. R. (2015). *Philosophy of STEM Education: A Critical Investigation*. New York: Palgrave Macmillan.
- Chien, P. L. K. & Lajium, D. A. D. (2016). The Effectiveness of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Learning Approach among Secondary School Students. *International Conference on Education and Psychology*. Sabah: Universiti Malaysia Sabah.
- Choridah, D. T. (2013). Peran Pembelajaran Berbasis Masalah untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi dan Berpikir Kreatif serta Disposisi Matematis Siswa SMA. *Infinity*, 2(2), 194-202.
- Daryanto & Dwicahyono, A. (2014). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran (Silabus, RPP, PHB, Bahan Ajar)*. Yogyakarta: Gava Media.
- Daryanto. (2016). *Media Pembelajaran Edisi ke-2 Revisi*. Yogyakarta: Gava Media.
- Depdiknas. (2008). *Panduan Pengembangan Bahan Pelajaran*. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Dewi, N. R. & Arini, F. Y. (2018). Uji Keterbacaan pada Pengembangan Buku Ajar Kalkulus Berbantuan Geogebra untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah dan Representasi Matematis. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Firman, H. (2015). Pendidikan Sains Berbasis STEM: Konsep, Pengembangan, dan Peranan Riset Pascasarjana. *Seminar Nasional Pendidikan IPA dan PKLH*. Bogor: Universitas Pakuan Bogor.
- Fitriani, W., Bakri, F., & Sunaryo. (2017). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Fisika untuk Melatih Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi (High Order Thinking Skill) Siswa SMA. *Jurnal Wahana Pendidikan Fisika*, 2(1), 36-42.
- Giancoli, D. C. (2014). *Fisika: Prinsip dan Aplikasi Edisi 7 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Ginting, R. U. (2012). Efektivitas Penggunaan Bahan Ajar dan Belajar Mandiri dalam Rangka Peningkatan Hasil Belajar Termodinamika Dasar. *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan Fakultas Teknik Unimed*, 14(1), 1-6.
- Hanover Research. (2011). K-12 STEM Education Overview.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2010). *Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Herak, R. & Lamanepa, G. H. (2019). Meningkatkan Kreatifitas Siswa melalui STEM dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal EduMatSains*, 4(1), 89-98.
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). (2016). *TIMSS 2015 International Results in Science*. Tersedia di <http://timss2015.org/download-center> [diakses 23-11-2019].
- Irfana, S., Yulianti, D., & Wiyanto. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis Science, Technology, Engineering, and Mathematics untuk

- Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik. *Unnes Physics Education Journal*, 8(1), 83-89.
- Irjanti, R. & Setiawati, F. A. (2018). Pengaruh Nilai-Nilai Karakter terhadap Prestasi Belajar di SDIT Salman Al Farisi. *Jurnal Pendidikan Karakter*, 8(1), 40-50.
- Irwandani, Latifah, S., Asyhari, A., Muzannur, & Widayanti. (2017). Modul Digital Interaktif Berbasis Articulate Studio'13: Pengembangan pada Materi Gerak Melingkar Kelas X. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*, 6(2), 221-231.
- Ismawati, E., Santosa, G. B., & Ghofir, A. (2016). Pengembangan Model Pembelajaran Sastra Indonesia Berbasis Pendidikan Karakter di SMA/SMK Kabupaten Klaten. *Metasastra*, 9(2), 185-200.
- Ismayani, A. (2016). Pengaruh Penerapan STEM Project Based Learning terhadap Kreativitas Matematis Siswa SMK. *Indonesian Digital Journal of Mathematics and Education*, 3(4), 264-272.
- Izzati, N., Tambunan, L. R., Susanti, & Siregar, N. A. R. (2019). Pengenalan Pendekatan STEM sebagai Inovasi Pembelajaran Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Anugrah*, 1(2), 83-89.
- Kanadli, S. (2019). A Meta-Summary of Qualitative Findings about STEM Education. *International Journal of Instruction*, 12(1), 959-976.
- Kantun, S. & Budiawati, Y. S. R. (2015). Analisis Tingkat Kelayakan Bahan ajar Ekonomi yang Digunakan oleh Guru di SMA Negeri 4 Jember. *Jurnal Pendidikan Ekonomi*, 9(2), 129-146.
- Kearney, C. (2011). *Efforts to Increase Students' Interest in Pursuing Science, Technology, Engineering, and Mathematics Studies and Careers*. Brussels, Belgium: European Schoolnet.
- Kemdiknas. (2010). *Kerangka Acuan Pendidikan Karakter Tahun Anggaran 2010*. Jakarta: Balitbang.
- Kemendikbud. (2016). *Silabus Mata Pelajaran Fisika Sekolah Menengah Atas/ Madrasah Aliyah (SMA/MA)*. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Kennedy, T. J. & Odell, M. R. L. (2014). Engaging Student in STEM Education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.
- Khamidah, N., Winarto, & Mustikasari, V. R. (2019). Discovery Learning: Penerapan dalam Pembelajaran IPA Berbantuan Bahan Ajar Digital Interaktif untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Siswa. *JIPVA (Jurnal Pendidikan IPA Veteran)*, 3(1), 87-99.
- Khusniati, M. (2012). Pendidikan Karakter melalui Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 1(2), 204-210.
- Kristiani, K. D., Mayasari, T., & Kurniadi, E. (2017). Pengaruh Pembelajaran STEM-PjBL terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika III*. Madiun: Universitas PGRI Madiun.

- Kumtepe, A. T. & Kumtepe, E. G-. (2015). STEM in Early Childhood Education: We Talk the Talk, But Do We Walk the Walk. *IGI Global*, 1, 1-24.
- Kurniati, D., Harimukti, R., & Jamil, N. A. (2016). Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa SMP di Kabupaten Jember dalam Menyelesaikan Soal Berstandar PISA. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 20(2), 142:155.
- Larasati, A. & Yulianti, D. (2014). Pengembangan Bahan Ajar Sains (Fisika) Tema Alam Semesta Terintegrasi Karakter dan Berwawasan Konservasi. *Unnes Physics Education Journal*, 3(2), 26-33.
- Mardiansyah, Y., Asrizal, & Yulkifli. (2013). Pembuatan Modul Fisika Berbasis TIK untuk Mengintegrasikan Nilai Pendidikan Karakter dalam Pembelajaran Siswa SMAN 10 Padang Kelas X Semester 1. *Pillar of Physics Education*, 1, 30-38.
- Maunah, B. (2015). Implementasi Pendidikan Karakter dalam Pembentukan Kepribadian Holistik Siswa. *Jurnal Pendidikan Karakter*, 5(1), 90-101.
- Morgan, J. L. & Colledge, S. M. (2016). Reshaping the Role of a Special Educator into a Collaborative Learning Specialist. *International Journal of Whole Schooling*, 12(1), 40-60.
- Morrison, J. (2006). *TIES STEM Education Monograph Series, Attributes of STEM Education*. Baltimore, MD: TIES.
- Najib, A. & Achadiyah, B. N. (2012). Pengaruh Pendidikan Karakter terhadap Prestasi Belajar Siswa. *Jurnal Ekonomi & Pendidikan*, 9(1), 102-109.
- National Education Association. (2012). *Prepaing 21st Century Student for a Global Society: An Educator's Guide to the "Four Cs"*. Tersedia di <https://www.nea.org/assets/docs/A-Guide-to-Four-Cs.pdf> [diakses 23-11-2019].
- Neina, Q. A., Mardikantoro, H. B., dan Supriyanto, T. (2015). Pengembangan Buku Pengayaan Menulis Cerita Anak Bermuatan Nilai Karakter Berdasarkan Content and Language Integrated Learning (CLIL) untuk Siswa Sekolah Dasar Kelas Tinggi. *Seloka: Jurnal Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia*, 4(2), 50-57.
- Newton, D. L., & Newton, P. D. (2014). Creativity in 21<sup>st</sup> Century Education. *Prospects*, 44(4), 575–589.
- NRC. (2012). *A Framework for K-12 Science Educaion: Practices, Crosscutting, Concepts, and Core Ideas*. Washington: National Academies Press.
- Nugraha, E. A., Yulianti, D., & Khanafiyah, S. (2013). Pembuatan Bahan Ajar Komik Sains Inkuiri Materi Benda Untuk Mengembangkan Karakter Siswa Kelas IV SD. *Unnes Physics Journal*, 2(1), 60-68.
- Nurdyansyah & Mutala'liah, N. (2018). *Pengembangan Bahan Ajar Modul Ilmu Pengetahuan bagi Siswa Kelas IV Sekolah Dasar*. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.



- Nurgiyantoro, B. & Efendi, A. (2013). Prioritas Penentuan Nilai Pendidikan Karakter dalam Pembelajaran Sastra Remaja. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 32(3), 382-393.
- Nurhadryani, Y., Sianturi, S. K., Hermadi, I., & Khotimah, H. (2013). Pengujian Usability untuk Meningkatkan Antarmuka Aplikasi Mobile. *Jurnal Ilmu Komputer Agri-Infortika*, 2(2), 83-93.
- Nurzaelani, M. M., Kasman, R., & Achyanadia, S. (2018). Pengembangan Bahan Ajar Integrasi Nasional Berbasis Mobile. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 20(3), 264-279.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Results Combined Executive Summaries Volume I, II & III*. Tersedia di [http://www.oecd.org/pisa/Combined\\_Executive\\_Summaries\\_PISA\\_2018.pdf](http://www.oecd.org/pisa/Combined_Executive_Summaries_PISA_2018.pdf) [diakses 15-12-2019].
- Oktaviani, W., Gunawan, & Sutrio. (2017). Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kontekstual untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 3(1), 1-7.
- Onosanya, S. A & Omosewo, E. O.. (2011). Effect of Improvised and Standard Instructional Materials on Secondary School Students' Academic Performance in Physics in Ilorin, Nigeria, Singapore. *Journal of Scientific Research*, 1(1), 68 – 76.
- Pala, A. (2011). The Need for Character Education. *International Journal of Social Sciences and Humanity Studies*, 3(2), 23-32.
- Pangesti, K. I., Yulianti, D. & Sugianto. (2017). Bahan Ajar Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA. *Unnes Physics Education Journal*, 6(3), 53-58.
- Parmin & Peniati, E. (2012). Pengembangan Modul Mata Kuliah Strategi Belajar Mengajar IPA Berbasis Hasil Penelitian Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 1(1), 8-15.
- Pattashiki, V. & Hakim, L. (2016). Pengembangan Lembar Kegiatan Siswa dalam Menunjang Kegiatan Belajar di Kurikulum 2013 Materi Jurnal Khusus. *Jurnal Pendidikan Akuntansi (JPAK)*, 4(3), 1-5.
- Permendiknas Nomor 23 tahun 2006.
- Pilgrim, J., Vasinda, S., Bledsoe, C., & Martinez, E. (2019). Critical Thinking is Critical: Octopuses, Online Sources, and Reliability Reasoning. The Reading Teacher. *International Literacy Association*, 73(1), 85 – 93.
- Prastowo, A. (2015). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Yogyakarta: Diva Press.
- Purnanto, A. W. & Mustadi, A. (2016). Analisis Kelayakan Bahasa dalam Buku Teks Tema 1 Kelas I Sekolah Dasar Kurikulum 2013. *Profesi Pendidikan Dasar*, 3(2), 102-111.

- Qostantia, L. N. (2017). Bahan Ajar Menulis Cerita Fabel dengan Stimulus Film Finding Nemo. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 2(3), 377-384.
- Quang, L. X., Hoang, L. H., Cuan, V. D., Nam, N. H., Anh, N. T. T., & Nhung, V. T. H. (2015). Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education through Active Experience of Designing Technical Toys in Vietnamese Schools. *British Journal of Education, Society & Behavioural Science*, 11(2), 1-12.
- Rahmawati, I. S., Roekhan, & Nurchasanah. (2016). Pengembangan Media Pembelajaran Menulis Teks Fabel dengan Macromedia Flash bagi Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan: Teori Penelitian, dan Pengembangan*, 1(7), 1323-1329.
- Rahmayantis, M. D. (2016). Pengembangan Bahan Ajar Membaca Indah Puisi untuk Siswa SMP Kelas VII. *KEMBARA: Jurnal Keilmuan Bahasa, Sastra, dan Pengajarannya*, 2(1), 47-56.
- Ramdhani, M. A. (2014). Lingkungan Pendidikan dalam Implementasi Pendidikan Karakter. *Jurnal Pendidikan Universitas Garut*, 8(1), 28-37.
- Rifai, A. & Anni, C. T. (2018). *Psikologi Pendidikan*. Semarang: UNNES Press.
- Ronfeldt, M., Farmer, S. O., McQueen, K., & Grissom, J. A. (2015). Teacher Collaboration in Instructional Teams and Student Achievement. *American Educational Research Journal*, 20(10), 1-40.
- Rosmaini. (2009). *Keterbacaan Buku Teks*. Medan: FBS UNIMED.
- Rotherham, A. J. & Willingham, D. (2009). 21st Century Skills: The Challenges Ahead. *Educational Leadership*, 67(1), 16-21.
- Ruwanto, B. (2017). *Fisika 2 SMA Kelas XI*. Jakarta: Yudhistira.
- Sahin, A., Ayar, M. C. & Adiguzel, T. (2014). STEM Related After-School Program Activities and Associated Outcomes on Student Learning. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(1), 309-322.
- Samudra, G. B., Suastra, I. W., & Suma, K. (2014). Permasalahan-Permasalahan yang Dihadapi Siswa SMA di Kota Singaraja dalam Mempelajari Fisika. *Jurnal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha Program Studi IPA*, 4(1), 1-7.
- Saputra, M. D., Joyoatmojo, S., Wardani, D. K., & Sangka, K. B. (2019). Developing Critical-Thinking Skills through the Collaboration of Jigsaw Model with Problem-Based Learning Model. *International Journal of Instruction*, 12(1), 1077-1094.
- Sarı, U., Alıcı, M., & Şen, Ö. F. (2017). The Effect of STEM Instruction on Attitude, Career Perception and Career Interest in a Problem-based Learning Environment and Student Opinions. *Electronic Journal of Science Education*, 22(1), 1-21.
- Sartika, D. (2019). Pentingnya Pendidikan Berbasis STEM dalam Kurikulum 2013. *Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan*, 3(3), 89-93.

- Satriawan, M. & Rosmiati. (2016). Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis Kontektual dengan Mengintegrasikan Kearifan Lokal untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika pada Mahasiswa. *Pendidikan Sains Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya*, 6(1), 1212-1217.
- Scott, C. L. (2015). *Educational Research and Foresight: Working Papers (The Futures of Learning 3: What Kind of Pedagogies for the 21st Century?)*. Paris: UNESCO.
- Setiawati, N. A. (2017). Pendidikan Karakter sebagai Pilar Pembentukan Karakter Bangsa. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Medan 1(1)*. Medan: Universitas Negeri Medan.
- Siburian, J., Corebima, A. D., Ibrohim, & Saptasari, M. (2019). The Correlation Between Critical and Creative Thinking Skills on Cognitive Learning Results. *Eurasian Journal of Educational Research*, 81, 99-114.
- Situmorang, M. (2013). Pengembangan Bahan Ajar Kimia SMA Melalui Inovasi Pembelajaran dan Integrasi Pendidikan Karakter untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. Lampung: Universitas Lampung.
- Sondergeld, T. A. & Johnson, C. C. (2019). Development and Validation of a 21st Century Skills Assessment: Using an Iterative Multimethod Approach. *School Science and Mathematics*, 119(6), 312-326.
- Sorraya, A. (2014). Pengembangan Bahan Ajar Teks Prosedur Kompleks dalam Pembelajaran Bahasa Indonesia untuk Kelas X SMK. *NOSI*, 2(2), 13-28.
- Sudijono. (2014). *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: Grafindo Persada.
- Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Alfabeta.
- Syamsi, K., Sari, E. S., & Pujiono, S. (2013). Pengembangan Model Buku Ajar Membaca Berdasarkan Pendekatan Proses bagi Siswa SMP. *Cakrawala Pendidikan*, 32(1), 82-90.
- Tajudin, N. M. dan Chinnappan, M. (2016). The Link between High Order Thinking Skills, Representation, and Concepts in Enhancing TIMSS Tasks. *Internasional Journal of Instruction*, 9 (2), 199-214.
- Tenedero, P. P. P. (2017). Accounting Students' Perspective of Work-Relevant Communication Skills: Evidence from a Philippine University. *I-manager's Journal on English Language Teaching*, 7(1), 30-42.
- Trilling, B. & C. Fadel. (2009). *21<sup>st</sup> Century Skills: Learning for Life in Our Times*. Amerika: Jossey-Bass.
- Tseng, K. -H., Chang, C. -C., Lou, S. -J., & Chen, W. -P. (2013). Attitudes towards Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) in a Project-Based Learning (PjBL) Environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(1), 87-102.
- Wahyuni, A. I., Astuti, B., & Yulianti, D. (2017). Bahan Ajar Fisika Berbasis I-SETS (*Islamic, Science, Environment, Technology, Society*) Terintegrasi Karakter. *Unnes Physics Education Journal*, 6(3), 17-25.

- Waite, A. M. & McDonald, K. S. (2019). Exploring Challenges and Solutions Facing STEM Careers in the 21st Century: A Human Resource Development Perspective. *Advances in Developing Human Resources*, 21(1), 3-15.
- Widayoko, A., Latifah, E., & Yuliati, L. (2018). Peningkatan Kompetensi Literasi Saintifik Siswa SMA dengan Bahan Ajar Terintegrasi STEM pada Materi Impuls dan Momentum. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 3(11), 1463-1467.
- Widyaharti, M. S., Trapsilasiwi, D., & Fatahillah, A. (2015). Analisis Buku Siswa Matematika Kurikulum 2013 untuk Kelas X Berdasarkan Rumusan Kurikulum 2013. *Kadikma*, 6(2), 173-184.
- Widyahening, C. E. T. (2018). Penggunaan Teknik Pembelajaran Fishbone Diagram dalam Meningkatkan Keterampilan Membaca Siswa. *Jurnal Komunikasi Pendidikan*, 2(1), 11-19.
- Yıldırım, B. & Altun, Y. (2015). STEM Eğitim ve Mühendislik Uygulamalarının Fen Bilgisi Laboratuvar Dersindeki Etkilerinin İncelenmesi. *El-Cezerî Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-40.
- Yildirim, B. (2016). An Analyses and Meta-Synthesis of Research on STEM Education. *Journal of Education Practice*, 7(34), 23-33.
- Yuliati, L. (2013). Efektivitas Bahan Ajar IPA Terpadu terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 9(1), 53-57.
- Yusfiani, M. & Situmorang, M. (2011). Pengembangan dan Standarisasi Buku Ajar Kimia SMA/MA Kelas XII Semester I Berdasarkan Standar Isi KTSP. *Jurnal Penelitian Bidang Pendidikan*, 17(1), 38-48.
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM Literacy: STEM Literacy for Learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1. Hasil Wawancara Analisis Kebutuhan Bahan Ajar

## Hasil Wawancara Analisis Kebutuhan Kepada Guru

## Lampiran 1

## ANALISIS KEBUTUHAN BAHAN AJAR

## PEDOMAN WAWANCARA

(Untuk Guru)

Nama Sekolah : SMA Negeri 1 Patikraja

Nama Guru : Dra. Tarsini

Kelas yang diampu : XI MIPA

Hari/tanggal wawancara : 2 Januari 2020

No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	Sudah berapa lama Ibu mengajar mata pelajaran fisika?	26 tahun
2.	Apakah kurikulum yang digunakan dalam pembelajaran?	K13
3.	Metode apa saja yang Bapak/Ibu berikan dalam menyampaikan materi fisika agar semua peserta didik dapat memahami/mengikuti materi dengan baik?	metode ceramah, diskusi, praktikum
4.	Apakah metode tersebut cukup efektif? Seberapa besar dampak yang dihasilkan untuk membantu siswa belajar dengan baik?	Cukup efektif, namun terkadang pembelajaran masih berpusat pada guru
5.	Bagaimana respons peserta didik saat Bapak/Ibu mengajar fisika di kelas? Aktif/tidak aktif	Sebagian besar aktif
6.	Selama Ibu mengajar fisika, bahan ajar seperti apa yang Bapak/Ibu gunakan?	LKS dan buku paket, guru tidak membuat bahan ajar
7.	Apakah bahan ajar yang Ibu gunakan tersebut mengaitkan materi fisika dengan dengan aspek sains?	iya, aspek sains sudah termuat dalam bahan ajar
8.	Apakah bahan ajar yang Ibu gunakan	

	tersebut mengaitkan materi fisika dengan dengan aspek teknologi?	iya mengaitkan, namun hanya contoh kecil saja
9.	Apakah bahan ajar yang Ibu gunakan tersebut mengaitkan materi fisika dengan dengan aspek teknik?	Belum ada, namun sebenarnya perlu untuk meningkatkan keterampilan siswa
10.	Apakah bahan ajar yang Ibu gunakan tersebut mengaitkan materi fisika dengan dengan aspek matematika?	iya, karena fisika kan tidak terlepas dari matematika.
11.	Apakah bahan ajar yang Ibu gunakan tersebut terdapat keterkaitan materi yang mendorong peserta didik memiliki keterampilan abad 21 (4C)?	belum, mungkin hanya keterampilan komunikasi dan kolaborasi saja saat kegiatan diskusi dan presentasi
12.	Apakah bahan ajar yang Ibu gunakan tersebut terdapat nilai-nilai karakter?	belum, untuk penanaman karakter biasanya disisipkan saat pembelajaran di kelas.
13.	Bagaimana pencapaian pemahaman peserta didik kelas XI pada pokok bahasan fluida?	lumaya baik aspek kognitifnya
14.	Apakah diperlukan bahan ajar yang menyajikan materi fluida dengan dilengkapi kaitan pembahasan dengan aspek sains, teknologi, teknik, dan matematika, serta didalamnya terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter?	iya perlu, karena perkembangan zaman yang begitu cepat, bahan ajar pun harus bisa menyesuaikan dengan perkembangan zaman.
15.	Apakah ada saran dari Ibu untuk penyusunan bahan ajar tersebut?	Mungkin untuk penyajian materinya bisa dikaitkan dengan lingkungan sekitar, supaya siswa lebih mudah dalam memahaminya.

## Hasil Wawancara Analisis Kebutuhan Kepada Peserta Didik

### ANALISIS KEBUTUHAN BAHAN AJAR

#### PEDOMAN WAWANCARA

(Untuk Peserta Didik)

Nama Sekolah : SMA Negeri 1 Patikraja

Nama : Aulia Nur Asri

Kelas : XI MIPA 3

Hari/tanggal wawancara : Kamis, 2 Januari 2020

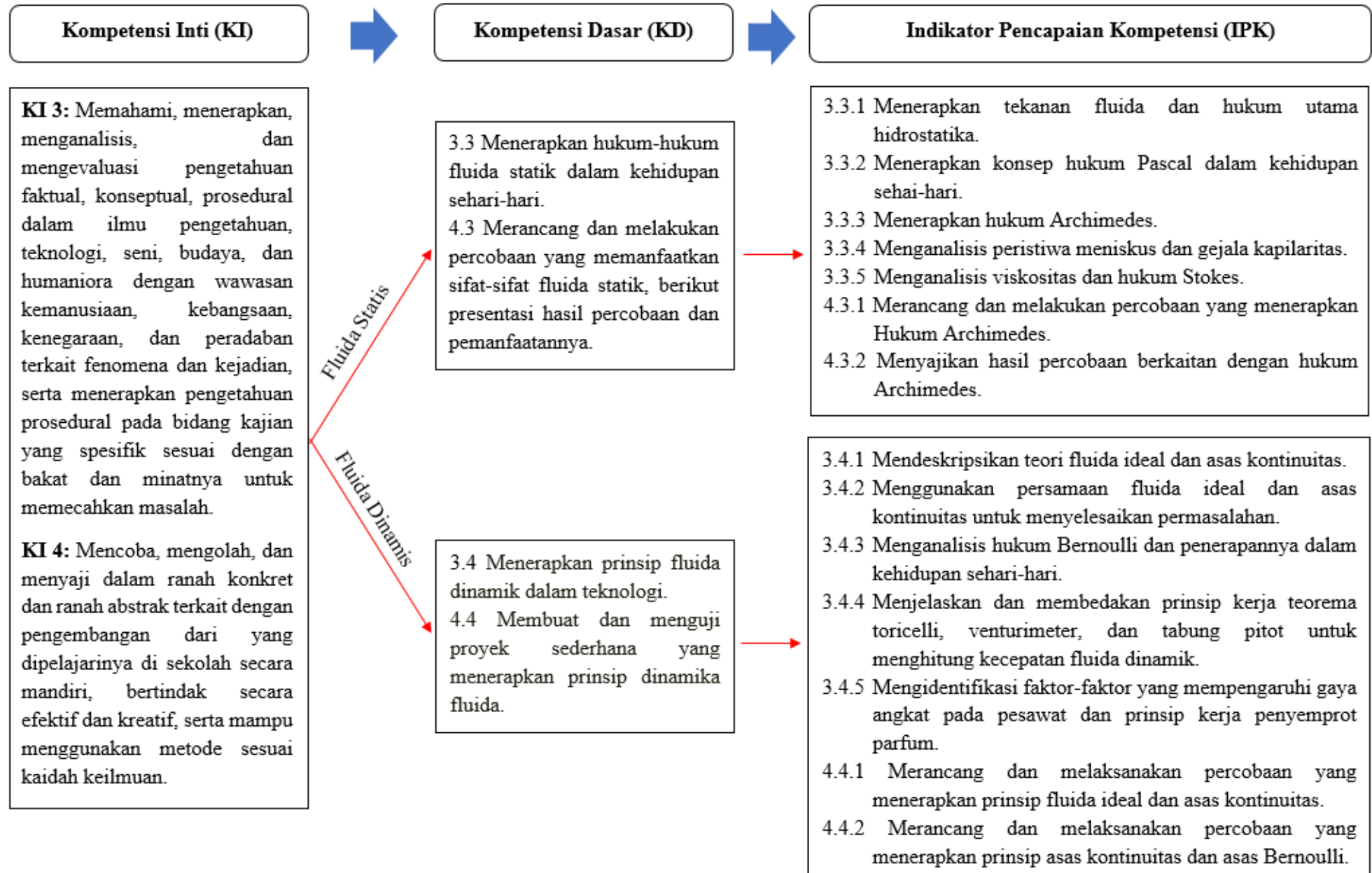
No.	Pertanyaan	Jawaban
1.	Menurut Anda, bagaimanakah pelajaran fisika itu?	Kadang suka, kadang susah
2.	Apakah Anda suka/tidak suka dengan mata pelajaran fisika? Apa alasannya?	Lumayan suka, karena suka dengan mapel fisika terutama saat Bu Tarini menjelaskan menggunakan gambar
3.	Apakah mata pelajaran fisika membuat Anda jenuh?	Terkadang membuat jenuh
4.	Apa yang membuat Anda jenuh?	Beberapa materi ada yang membuat jenuh
5.	Sumber belajar apa saja yang Anda gunakan untuk belajar fisika? Contoh: buku paket/LKS/bahan ajar.	Lebih sering LKS, terkadang buku paket
6.	Apakah Anda sering membacanya?	Kadang-kadang
7.	Menurut Anda, bagaimanakah sebarusnya bahan ajar fisika yang baik dan diinginkan Anda sebagai siswa?	Yang mudah dipahami dan dikaitkan dengan contoh kehidupan sehari-hari
8.	Apakah Anda menyukai bahan ajar fisika yang dikaitkan dengan teknologi yang ada dalam kehidupan sehari-hari?	Iya suka
9.	Menurut Anda keterampilan seperti apa yang harus dimiliki siswa zaman sekarang? Contoh: keterampilan komunikasi/kolaborasi/berpikir kreatif/berpikir kritis.	Keterampilan komunikasi dan berpikir kreatif

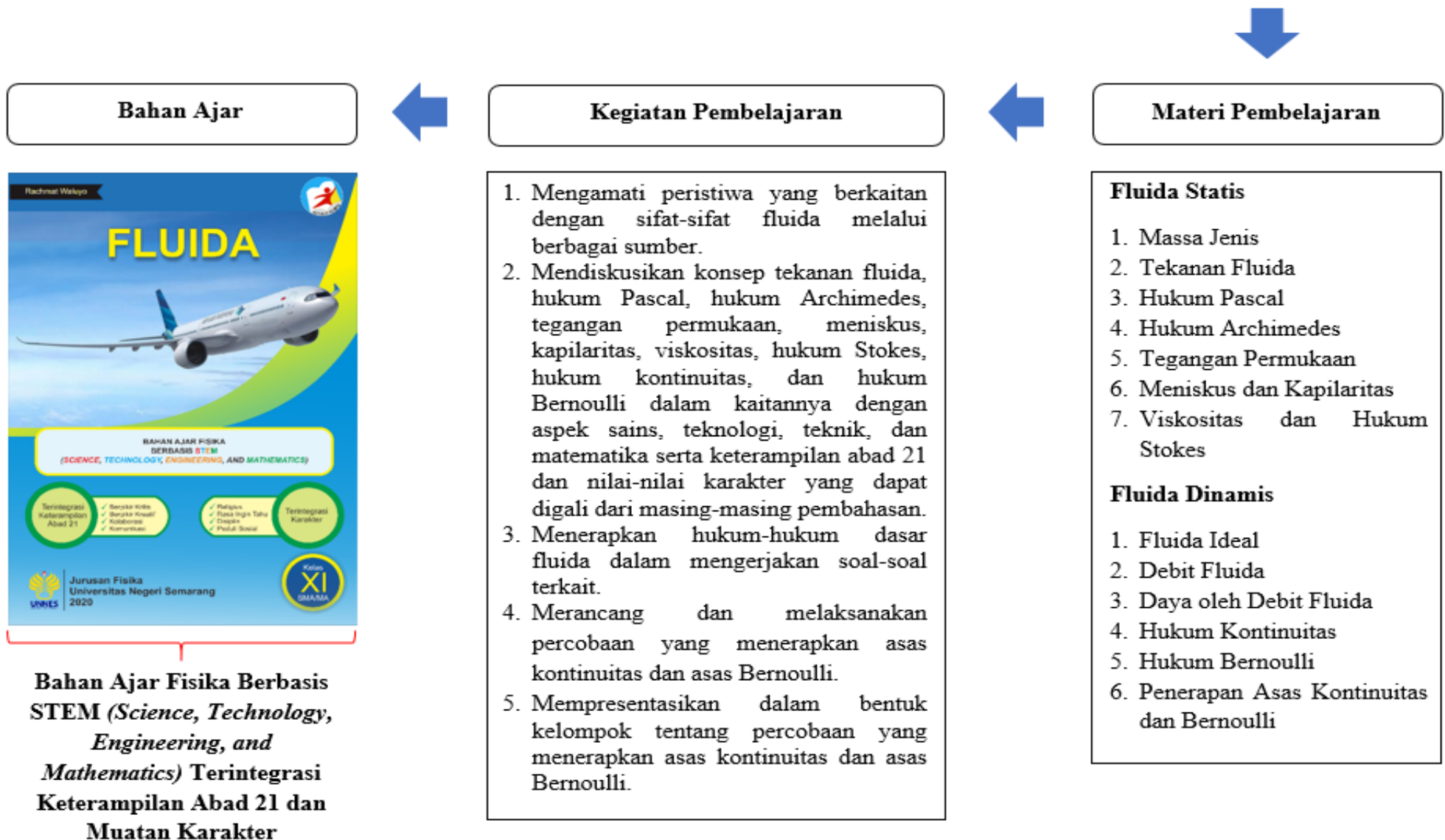


10.	Menurut Anda karakter seperti apa yang harus dimiliki siswa zaman sekarang? Contoh: religius/rasa ingin tahu/disiplin/peduli sosial.	Semuanya penting
11.	Menurut Anda, apakah jika ada bahan ajar fisika yang dapat mendorong siswa memiliki keterampilan dan karakter yang dibutuhkan pada zaman sekarang, Anda akan tertarik untuk membacanya?	Iya, Inshaallah

## Lampiran 2. Analisis Kompetensi Inti (KI), Kompetensi Dasar (KD), dan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

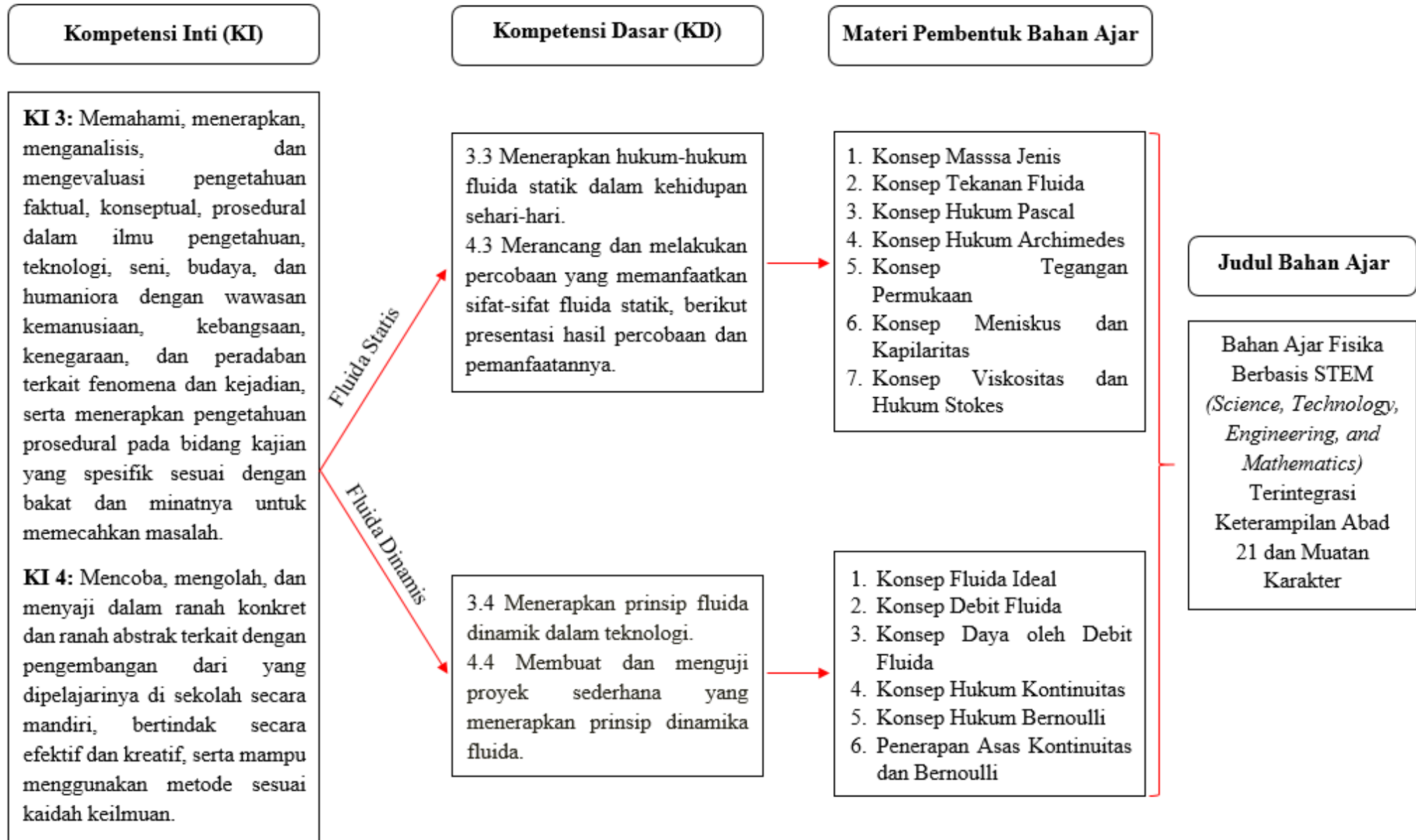
### Alur Analisis Kompetensi Inti (KI), Kompetensi Dasar (KD), dan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) dalam Penyusunan Bahan Ajar





## Lampiran 3. Pemetaan Materi Bahan Ajar

## Penyusunan Peta Bahan Ajar



## Lampiran 4. Instrumen Uji Kelayakan

### LEMBAR INSTRUMEN UJI KELAYAKAN BAHAN AJAR FISIKA BERBASIS STEM TERINTEGRASI KETERAMPILAN ABAD 21 DAN MUATAN KARAKTER

Materi Pelajaran : Fisika (Sub Bab Fluida)

Sasaran Program : Siswa SMA kelas XI Semester Genap

Judul Penelitian : Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) Terintegrasi Keterampilan Abad 21 dan Muatan Karakter

Petunjuk Pengisian:

1. Lembar validasi ini dimaksudkan untuk mendapatkan informasi dari Bapak/Ibu tentang kelayakan bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter yang telah dikembangkan.
2. Lembar validasi ini terdiri dari aspek isi/materi bahan ajar dan penyajian/tampilan bahan ajar.
3. Pendapat, saran, penilaian, dan kritik yang membangun dari Bapak/Ibu akan sangat bermanfaat bagi perbaikan dan peningkatan kualitas bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter.
4. Berkaitan dengan hal tersebut, mohon berkenan sekiranya Bapak/Ibu dapat memberikan tanda *check* (✓) untuk setiap pendapat Bapak/Ibu pada kolom di bawah dengan skala 1, 2, 3, atau 4.
5. Keterangan dari skala penilaian:  
4 = sangat baik  
3 = baik  
2 = tidak baik  
1 = sangat tidak baik
6. Apabila Bapak/Ibu menilai kurang, mohon sekiranya Bapak/Ibu berkenan untuk memberikan tanda pada bahan ajar fisika ini dan memberikan saran perbaikan.
7. Mohon sekiranya Bapak/Ibu berkenan untuk memberikan kesimpulan secara umum dari hasil penilaian terhadap bahan ajar fisika ini.
8. Atas bantuan dan kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi lembar validasi kelayakan bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter, saya sampaikan terima kasih.

**LEMBAR INSTRUMEN UJI KELAYAKAN BAHAN AJAR**

No.	Komponen dan Sub Komponen	Skor			
		1	2	3	4
<b>KELAYAKAN ISI</b>					
<b>A. Kesesuaian Materi</b>					
1.	Kelengkapan materi				
2.	Keluasan materi				
3.	Kedalaman materi				
<b>B. Keakuratan Materi</b>					
4.	Keakuratan fakta dan konsep				
5.	Keakuratan contoh dan ilustrasi				
<b>C. Kemutakhiran Materi</b>					
6.	Kesesuaian dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi				
7.	Kontekstual				
<b>D. Berbasis STEM (<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i>)</b>					
8.	Keterkaitan materi dengan ilmu sains secara umum				
9.	Memuat aplikasi di bidang teknologi				
10.	Memuat desain atau proses rekayasa suatu produk (aspek <i>engineering</i> )				
11.	Penggunaan matematika dalam penyajian materi				
<b>E. Pengintegrasian Keterampilan Abad 21 dalam Bahan Ajar</b>					
12.	Berpikir kritis				
13.	Berpikir kreatif				
14.	Keterampilan komunikasi				
15.	Keterampilan kolaborasi				
<b>F. Pengintegrasian Muatan Karakter dalam Bahan Ajar</b>					
16.	Religius				
17.	Rasa ingin tahu				
18.	Disiplin				

19.	Peduli sosial				
<b>KELAYAKAN PENYAJIAN</b>					
<b>A. Teknik Penyajian</b>					
20.	Keruntutan pokok bahasan				
21.	Kekonsistenan sistematika				
<b>B. Penyajian Pembelajaran</b>					
22.	Materi bersifat interaktif dan partisipatif				
23.	Mengembangkan keterampilan proses				
24.	Mengarahkan pada penemuan konsep				
<b>C. Kelengkapan Penyajian</b>					
25.	<i>Cover</i>				
26.	Judul				
27.	Daftar Isi				
28.	Peta Konsep dan Ringkasan				
29.	Pertanyaan/Evaluasi				
30.	Glosarium				
31.	Daftar Pustaka				
<b>KELAYAKAN KEBAHASAAN</b>					
<b>A. Keterbacaan</b>					
32.	Kejelasan informasi dalam bahan ajar				
33.	Kekonsistenan penggunaan istilah				
<b>B. Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa Indonesia yang Baik dan Benar</b>					
34.	Ketepatan struktur kalimat				
<b>KELAYAKAN KEGRAFIKAN</b>					
<b>A. Ukuran Bahan Ajar</b>					
35.	Kesesuaian bahan ajar dengan standar ISO				
<b>B. Desain Cover Bahan Ajar</b>					
36.	Komposisi dan ukuran tata letak (judul, pengarang, institusi, logo, dll) proporsional, seimbang, dan seirama dengan tata letak isi (sesuai pola)				
37.	Warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi				

C. Desain Isi Bahan Ajar				
38.	Kesesuaian jenis dan ukuran huruf			
<b>Jumlah skor</b>				
<b>Jumlah nilai</b>				
<b>Komentar dan saran perbaikan:</b>				

**Kesimpulan:**

Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) Terintegrasi Keterampilan Abad 21 dan Muatan Karakter dinyatakan \*) :

1. Layak produksi dan digunakan dalam pembelajaran tanpa revisi.
2. Layak produksi dan digunakan dalam pembelajaran dengan revisi sesuai dengan saran validator.
3. Tidak layak produksi maupun digunakan dalam pembelajaran.

\*) pilih salah satu



**Analisis:**

$$P = \frac{f}{n} \times 100\%$$

keterangan:

$P$  = Persentase skor

$f$  = Jumlah skor butir penilaian

$n$  = Total skor maksimal butir penilaian

Kriteria tingkat kelayakan bahan ajar ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Kriteria kelayakan bahan ajar.

<b>Interval</b>	<b>Kriteria</b>
85% < skor ≤ 100%	Sangat layak
70% < skor ≤ 85%	Layak
50% < skor ≤ 70%	Cukup layak
1% < skor ≤ 50%	Tidak layak

Berdasarkan Tabel 3.2, bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter dianggap layak untuk digunakan apabila skor penilaian > 70 %. Apabila skor penilaian ≤ 70 % maka bahan ajar perlu direvisi kembali.

Semarang, .....2020

Validator

.....

NIP. ....

## RUBRIK INSTRUMEN UJI KELAYAKAN

### A. Deskripsi Aspek yang Dinilai

No.	Aspek yang Dinilai	Deskripsi
<b>KELAYAKAN ISI</b>		
<b>A. Kesesuaian materi</b>		
1.	Kelengkapan materi	Materi yang disajikan mencakup semua materi yang terkandung dalam Kompetensi Dasar (KD)
2.	Keluasan materi	Materi yang disajikan minimal menjabarkan (fakta, konsep, prinsip, dan teori) yang mencerminkan jabaran KD dan tujuan pembelajaran
3.	Kedalaman materi	Materi sesuai ranah kognitif yang memberikan tuntutan kerja ilmiah atau percobaan. Tingkat kesulitan dan kerumitan materi disesuaikan dengan tingkat perkembangan kognitif siswa
<b>B. Keakuratan materi</b>		
4.	Keakuratan fakta dan konsep	Materi yang disajikan sesuai dengan kebenaran fakta, konsep, dan prinsip sehingga tidak menimbulkan salah tafsir
5.	Keakuratan contoh dan ilustrasi	Contoh dan ilustrasi yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan konsep fisika yang dilengkapi dengan keterangan-keterangan yang tepat
<b>C. Kemutakhiran Materi</b>		
6.	Kesesuaian dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi	Materi termasuk contoh dan latihan soal yang disajikan sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi
7.	Kontekstual	Materi yang disajikan berasal dari lingkungan sekitar yang akrab dengan kehidupan sehari-hari
<b>D. Berbasis STEM (<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i>)</b>		
8.	Keterkaitan materi dengan ilmu sains secara umum	Peserta didik diajak menuju situasi yang membuat siswa dapat memahami kebermanfaatan konsep yang sedang dipelajari terhadap perkembangan ilmu sains
9.	Memuat aplikasi di bidang teknologi	Ilustrasi, contoh, serta latihan soal yang disajikan dihubungkan dengan aplikasi dari konsep yang diajarkan dalam bentuk teknologi

10.	Memuat desain atau proses rekayasa suatu produk (aspek <i>engineering</i> )	Peserta didik diajak untuk memahami bagaimana suatu produk di desain dengan mempertimbangkan perhitungan matematis dan konsep sains
11.	Penggunaan matematika dalam penyajian materi	Materi yang disajikan termasuk contoh dan latihan soal disajikan dengan mempertimbangkan konsep matematika

#### **E. Pengintegrasian Keterampilan Abad 21 dalam Bahan Ajar**

12.	Berpikir kritis	Kegiatan dalam bahan ajar dapat mengarahkan peserta didik untuk memiliki keterampilan berpikir kritis
13.	Berpikir kreatif	Kegiatan dalam bahan ajar dapat mengarahkan peserta didik untuk memiliki keterampilan berpikir kreatif
14.	Keterampilan komunikasi	Kegiatan dalam bahan ajar dapat mengarahkan peserta didik untuk memiliki keterampilan komunikasi
15.	Keterampilan kolaborasi	Kegiatan dalam bahan ajar dapat mengarahkan peserta didik untuk memiliki keterampilan kolaborasi

#### **F. Pengintegrasian Muatan Karakter dalam Bahan Ajar**

16.	Religius	Kegiatan dalam bahan ajar dapat mengarahkan peserta didik untuk memiliki karakter religius
17.	Rasa ingin tahu	Kegiatan dalam bahan ajar dapat mengarahkan peserta didik untuk memiliki karakter rasa ingin tahu
18.	Disiplin	Kegiatan dalam bahan ajar dapat mengarahkan peserta didik untuk memiliki karakter disiplin
19.	Peduli sosial	Kegiatan dalam bahan ajar dapat mengarahkan peserta didik untuk memiliki karakter peduli sosial

### **KELAYAKAN PENYAJIAN**

#### **A. Teknik Penyajian**

20.	Keruntutan pokok bahasan	Penyajian materi dimulai dari pokok bahasan yang lebih sederhana menuju pokok bahasan yang lebih rumit
21.	Kekonsistenan sistematika	Penyajian materi dalam setiap bab sesuai dengan sistematika penulisan tertentu, yang memuat pendahuluan, isi, penutup (ringkasan), dan evaluasi

<b>B. Penyajian Pembelajaran</b>		
22.	Materi bersifat interaktif dan partisipatif	Penyajian materi bersifat interaktif dan partisipatif kepada siswa
23.	Mengembangkan keterampilan proses	Penyajian materi berisi kegiatan untuk mengembangkan ketrampilan proses
24.	Mengarahkan pada penemuan konsep	Penyajian materi dan kegiatan dalam bahan ajar mengarahkan pada penemuan sendiri suatu konsep
<b>C. Kelengkapan Penyajian</b>		
25.	Cover	Cover sesuai dengan topik materi bahan ajar
26.	Judul	Judul bahan ajar sesuai dengan materi yang disajikan
27.	Daftar Isi	Daftar yang berisi urutan bagian-bagian penting buku, bab, dan sub bab beserta nomor halamannya
28.	Peta Konsep dan Ringkasan	Setiap bab dilengkapi dengan konsep-konsep kunci yang diberikan dalam bentuk peta konsep dan/atau ringkasan.
29.	Pertanyaan/Evaluasi	Pertanyaan atau evaluasi meliputi soal-soal yang memungkinkan pengguna mengevaluasi kemampuannya
30.	Glosarium	Glosarium berupa daftar istilah penting dalam teks dan tersusun secara alfabetis beserta penjelasannya
31.	Daftar Pustaka	Daftar pustaka merupakan daftar buku yang menjadi bahan rujukan. Daftar ditulis dengan konsistensi mengikuti tata cara penulisan pustaka yang lazim
<b>KELAYAKAN KEBAHASAAN</b>		
<b>A. Keterbacaan</b>		
32.	Kejelasan informasi dalam bahan ajar	Bahasa yang disajikan dalam bahan ajar mudah dipahami dan tidak menimbulkan kebingungan dalam memberi petunjuk
33.	Kekonsistenan penggunaan istilah	Istilah yang digunakan untuk menggambarkan suatu konsep selalu sama atau konsisten
<b>B. Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa Indonesia yang Baik dan Benar</b>		
34.	Ketepatan struktur kalimat	Struktur kalimat dalam bahan ajar menggunakan struktur SPO atau SPOK

KELAYAKAN KEGRAFIKAN		
A. Ukuran Bahan Ajar		
35.	Kesesuaian bahan ajar dengan standar ISO	Bahan ajar menggunakan ukuran A4 (210 × 297) mm, A5 (148 × 210) mm, atau B5 (176 × 250) mm
B. Desain Cover Bahan Ajar		
36.	Komposisi dan ukuran tata letak (judul, pengarang, institusi, logo, dll) proporsional, seimbang, dan seirama dengan tata letak isi (sesuai pola)	Adanya keseimbangan unsur tata letak (judul, pengarang, ilustrasi, logo, dll) dan ukuran unsur tata letak (tipografi, ilustrasi, dan unsur pendukungnya seperti kotak, lingkaran dan elemen dekoratif lainnya) secara proporsional dengan ukuran bahan ajar
37.	Warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi	Tampilan warna secara keseluruhan dapat memberikan nuansa tertentu dan dapat memperjelas materi/ isi bahan ajar
C. Desain Isi Bahan Ajar		
38.	Kesesuaian jenis dan ukuran huruf	Jenis dan ukuran huruf yang dipilih mudah dibaca oleh siswa atau pengguna

## B. Pedoman Penilaian

Kriteria	Skor
Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM ( <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i> ) Terintegrasi Keterampilan Abad 21 dan Muatan Karakter <b>sangat sesuai</b> dengan deskripsi aspek yang dinilai	4
Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM ( <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i> ) Terintegrasi Keterampilan Abad 21 dan Muatan Karakter <b>sesuai</b> dengan deskripsi aspek yang dinilai	3
Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM ( <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i> ) Terintegrasi Keterampilan Abad 21 dan Muatan Karakter <b>tidak sesuai</b> dengan deskripsi aspek yang dinilai	2
Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM ( <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i> ) Terintegrasi Keterampilan Abad 21 dan Muatan Karakter <b>sangat tidak sesuai</b> dengan deskripsi aspek yang dinilai	1

### Lampiran 5. Hasil Validasi Kelayakan Bahan Ajar oleh Validator

#### LEMBAR INSTRUMEN UJI KELAYAKAN BAHAN AJAR

No.	Komponen dan Sub Komponen	Skor			
		1	2	3	4
<b>KELAYAKAN ISI</b>					
<b>A. Kesesuaian Materi</b>					
1.	Kelengkapan materi				✓
2.	Keluasan materi				✓
3.	Kedalaman materi				✓
<b>B. Keakuratan Materi</b>					
4.	Keakuratan fakta dan konsep				✓
5.	Keakuratan contoh dan ilustrasi			✓	
<b>C. Kemutakhiran Materi</b>					
6.	Kesesuaian dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi				✓
7.	Kontekstual				✓
<b>D. Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)</b>					
8.	Keterkaitan materi dengan ilmu sains secara umum				✓
9.	Memuat aplikasi di bidang teknologi			✓	
10.	Memuat desain atau proses rekayasa suatu produk (aspek <i>engineering</i> )			✓	
11.	Penggunaan matematika dalam penyajian materi				✓
<b>E. Pengintegrasian Keterampilan Abad 21 dalam Bahan Ajar</b>					
12.	Berpikir kritis				✓
13.	Berpikir kreatif				✓
14.	Keterampilan komunikasi				✓
15.	Keterampilan kolaborasi			✓	
<b>F. Pengintegrasian Muatan Karakter dalam Bahan Ajar</b>					
16.	Religius			✓	

17.	Rasa ingin tahu			✓	
18.	Disiplin				✓
19.	Peduli sosial			✓	
<b>KELAYAKAN PENYAJIAN</b>					
<b>A. Teknik Penyajian</b>					
20.	Keruntutan pokok bahasan				✓
21.	Kekonsistenan sistematika				✓
<b>B. Penyajian Pembelajaran</b>					
22.	Materi bersifat interaktif dan partisipatif				✓
23.	Mengembangkan keterampilan proses			✓	
24.	Mengarahkan pada penemuan konsep				✓
<b>C. Kelengkapan Penyajian</b>					
25.	Cover				✓
26.	Judul				✓
27.	Daftar Isi				✓
28.	Peta Konsep dan Ringkasan			✓	
29.	Pertanyaan/Evaluasi				✓
30.	Glosarium			✓	
31.	Daftar Pustaka				✓
<b>KELAYAKAN KEBAHASAAN</b>					
<b>A. Keterbacaan</b>					
32.	Kejelasan informasi dalam bahan ajar				✓
33.	Kekonsistenan penggunaan istilah				✓
<b>B. Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa Indonesia yang Baik dan Benar</b>					
34.	Ketepatan struktur kalimat			✓	
<b>KELAYAKAN KEGRAFIKAN</b>					
<b>A. Ukuran Bahan Ajar</b>					
35.	Kesesuaian bahan ajar dengan standar ISO				✓

B. Desain Cover Bahan Ajar				
36.	Komposisi dan ukuran tata letak (judul, pengarang, institusi, logo, dll) proporsional, seimbang, dan seirama dengan tata letak isi (sesuai pola)			✓
37.	Warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi		✓	
C. Desain Isi Bahan Ajar				
38.	Kesesuaian jenis dan ukuran huruf			✓
<b>Jumlah skor</b>		-	-	36
<b>Jumlah nilai</b>		140		
<b>Komentar dan saran perbaikan:</b>				
Istilah atau simbol yang digunakan lebih konsisten, pada bagian glosarium gunakan pengertian yang lebih khusus.				

**Kesimpulan:**

Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) Terintegrasi Keterampilan Abad 21 dan Muatan Karakter dinyatakan \*):

1. Layak produksi dan digunakan dalam pembelajaran tanpa revisi.
2. Layak produksi dan digunakan dalam pembelajaran dengan revisi sesuai dengan saran validator.
3. Tidak layak produksi maupun digunakan dalam pembelajaran.

\*) pilih salah satu



**Analisis:**

$$P = \frac{f}{n} \times 100\%$$

keterangan:

$P$  = Persentase skor

$f$  = Jumlah skor butir penilaian

$n$  = Total skor maksimal butir penilaian

Kriteria tingkat kelayakan bahan ajar ditunjukkan pada Tabel 3.2.

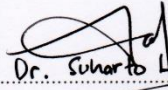
Tabel 3.2. Kriteria kelayakan bahan ajar.

Interval	Kriteria
$85\% < \text{skor} \leq 100\%$	Sangat layak
$70\% < \text{skor} \leq 85\%$	Layak
$50\% < \text{skor} \leq 70\%$	Cukup layak
$1\% < \text{skor} \leq 50\%$	Tidak layak

Berdasarkan Tabel 3.2, bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter dianggap layak untuk digunakan apabila skor penilaian  $> 70\%$ . Apabila skor penilaian  $\leq 70\%$  maka bahan ajar perlu direvisi kembali.

Semarang, 13 April .....2020

Validator

  
 Dr. Suharto Linoasih, M.Si.  
 NIP. 132 150 447

## LEMBAR INSTRUMEN UJI KELAYAKAN BAHAN AJAR

No.	Komponen dan Sub Komponen	Skor			
		1	2	3	4
<b>KELAYAKAN ISI</b>					
<b>A. Kesesuaian Materi</b>					
1.	Kelengkapan materi				✓
2.	Keluasan materi			✓	
3.	Kedalaman materi			✓	
<b>B. Keakuratan Materi</b>					
4.	Keakuratan fakta dan konsep			✓	
5.	Keakuratan contoh dan ilustrasi				✓
<b>C. Kemutakhiran Materi</b>					
6.	Kesesuaian dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi				✓
7.	Kontekstual				✓
<b>D. Berbasis STEM (<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i>)</b>					
8.	Keterkaitan materi dengan ilmu sains secara umum			✓	
9.	Memuat aplikasi di bidang teknologi				✓
10.	Memuat desain atau proses rekayasa suatu produk (aspek <i>engineering</i> )			✓	
11.	Penggunaan matematika dalam penyajian materi			✓	
<b>E. Pengintegrasian Keterampilan Abad 21 dalam Bahan Ajar</b>					
12.	Berpikir kritis				✓
13.	Berpikir kreatif				✓
14.	Keterampilan komunikasi				✓
15.	Keterampilan kolaborasi			✓	
<b>F. Pengintegrasian Muatan Karakter dalam Bahan Ajar</b>					
16.	Religius			✓	

17.	Rasa ingin tahu				✓
18.	Disiplin			✓	
19.	Peduli sosial			✓	
<b>KELAYAKAN PENYAJIAN</b>					
<b>A. Teknik Penyajian</b>					
20.	Keruntutan pokok bahasan				✓
21.	Kekonsistenan sistematika				✓
<b>B. Penyajian Pembelajaran</b>					
22.	Materi bersifat interaktif dan partisipatif				✓
23.	Mengembangkan keterampilan proses				✓
24.	Mengarahkan pada penemuan konsep			✓	
<b>C. Kelengkapan Penyajian</b>					
25.	Cover				✓
26.	Judul				✓
27.	Daftar Isi				✓
28.	Peta Konsep dan Ringkasan			✓	
29.	Pertanyaan/Evaluasi				✓
30.	Glosarium				✓
31.	Daftar Pustaka				✓
<b>KELAYAKAN KEBAHASAAN</b>					
<b>A. Keterbacaan</b>					
32.	Kejelasan informasi dalam bahan ajar				✓
33.	Kekonsistenan penggunaan istilah				✓
<b>B. Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa Indonesia yang Baik dan Benar</b>					
34.	Ketepatan struktur kalimat			✓	
<b>KELAYAKAN KEGRAFIKAN</b>					
<b>A. Ukuran Bahan Ajar</b>					
35.	Kesesuaian bahan ajar dengan standar ISO			✓	

B. Desain Cover Bahan Ajar					
36.	Komposisi dan ukuran tata letak (judul, pengarang, institusi, logo, dll) proporsional, seimbang, dan seirama dengan tata letak isi (sesuai pola)			✓	
37.	Warna unsur tata letak harmonis dan memperjelas fungsi			✓	
C. Desain Isi Bahan Ajar					
38.	Kesesuaian jenis dan ukuran huruf			✓	
<b>Jumlah skor</b>		-	-	51	84
<b>Jumlah nilai</b>		135			
<b>Komentar dan saran perbaikan:</b>					
<p>Tambahkan penjelasan sbb halaman untuk mengantarkan materi ajar</p>					

**Kesimpulan:**

Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) Terintegrasi Keterampilan Abad 21 dan Muatan Karakter dinyatakan \*) :

1. Layak produksi dan digunakan dalam pembelajaran tanpa revisi.
2. Layak produksi dan digunakan dalam pembelajaran dengan revisi sesuai dengan saran validator.
3. Tidak layak produksi maupun digunakan dalam pembelajaran.

\*) pilih salah satu

**Analisis:**

$$P = \frac{f}{n} \times 100\%$$

keterangan:

$P$  = Persentase skor

$f$  = Jumlah skor butir penilaian

$n$  = Total skor maksimal butir penilaian

Kriteria tingkat kelayakan bahan ajar ditunjukkan pada Tabel 3.2.

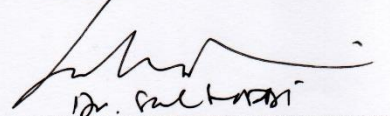
Tabel 3.2. Kriteria kelayakan bahan ajar.

Interval	Kriteria
85% < skor ≤ 100%	Sangat layak
70% < skor ≤ 85%	Layak
50% < skor ≤ 70%	Cukup layak
1% < skor ≤ 50%	Tidak layak

Berdasarkan Tabel 3.2, bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter dianggap layak untuk digunakan apabila skor penilaian > 70 %. Apabila skor penilaian ≤ 70 % maka bahan ajar perlu direvisi kembali.

Semarang, 6 April .....2020

Validator



Dr. Sulaksana

NIP. 0371016483021001 .....

## Lampiran 6. Analisis Hasil Uji Kelayakan

### Analisis Data Uji Kelayakan Bahan Ajar

Rumus:

$$P = \frac{f}{n} \times 100\%$$

keterangan:

$P$  = persentase skor

$f$  = jumlah skor butir penilaian

$n$  = total skor maksimal butir penilaian

#### Kriteria Tingkat Kelayakan Bahan Ajar

Interval	Kriteria
$85\% < P \leq 100\%$	Sangat layak
$70\% < P \leq 85\%$	Layak
$50\% < P \leq 70\%$	Cukup layak
$1\% < P \leq 50\%$	Tidak layak

#### Validator Uji Kelayakan Bahan Ajar

Nama Validator	Kode
Dr. Suharto Linuwih, M.Si.	V1
Dr. Sulhadi, M.Si.	V2
Dra. Tarsini	V3

Perhitungan:

No.	Kode	$f$	$n$	$P$ (%)
1.	V1	140	152	92,10
2.	V2	135	152	88,82
3.	V3	146	152	96,05
Jumlah		421	456	276,97
Rata-rata Persentase				92,32

Persentase kelayakan bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter sebagai berikut.

$$P = \frac{f}{n} \times 100\%$$

$$P = \frac{421}{456} \times 100\%$$

$$P = 92,32\%$$

Berdasarkan analisis data, maka bahan ajar yang dikembangkan termasuk dalam kategori SANGAT LAYAK dengan persentase kelayakan sebesar 92,32%.

Adapun rincian analisis tiap aspek kelayakan sebagai berikut.

#### 1. ASPEK KELAYAKAN ISI

Kode	Kelayakan Isi																			f	n	P(%)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19			
V1	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	4	3	69	76	90,79
V2	4	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	3	3	4	3	3	66	76	86,84
V3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	76	76	100
Jumlah																				211	228	277,63
Persentase Kelayakan Isi																				92,54%		

##### 1.1 Sub Aspek Kesesuaian Materi

Kode	Kesesuaian Materi			f	n	P(%)
	1	2	3			
V1	4	4	4	12	12	100
V2	4	3	3	10	12	83,33
V3	4	4	4	12	12	100
Rata-rata				11,33	12	94,44

##### 1.2 Sub Aspek Keakuratan Materi

Kode	Keakuratan Materi		f	n	P(%)
	4	5			
V1	4	3	7	8	87,50
V2	3	4	7	8	87,50
V3	4	4	8	8	100
Rata-rata			7,33	8	91,67

## 1.3 Sub Aspek Kemutakhiran Materi

Kode	Kemutakhiran Materi		<i>f</i>	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
	6	7			
V1	4	4	8	8	100
V2	4	4	8	8	100
V3	4	4	8	8	100
Rata-rata			8	8	100

1.4 Sub Aspek Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*)

Kode	Berbasis STEM				<i>f</i>	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
	8	9	10	11			
V1	4	3	3	4	14	16	87,50
V2	3	4	3	3	13	16	81,25
V3	4	4	4	4	16	16	100
Rata-rata					14,33	16	89,58

## 1.5 Sub Aspek Pengintegrasian Keterampilan Abad 21

Kode	Pengintegrasian Keterampilan Abad 21				<i>f</i>	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
	12	13	14	15			
V1	4	4	4	3	15	16	93,75
V2	4	4	4	3	15	16	93,75
V3	4	4	4	4	16	16	100
Rata-rata					15,33	16	95,83

## 1.6 Sub Aspek Pengintegrasian Nilai Karakter

Kode	Pengintegrasian Nilai Karakter				<i>f</i>	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
	16	17	18	19			
V1	3	3	4	3	13	16	81,25
V2	3	4	3	3	13	16	81,25
V3	4	4	4	4	16	16	100
Rata-rata					14	16	87,50

## 2. ASPEK KELAYAKAN PENYAJIAN

Kode	Kelayakan Penyajian												<i>f</i>	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
V1	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	3	4	45	48	93,75
V2	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	46	48	95,83
V3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	44	48	91,67
Jumlah													135	144	281,25
Persentase Keakuratan Materi													93,75%		



## 2.1 Sub Aspek Teknik Penyajian

Kode	Teknik Penyajian		<i>f</i>	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
	20	21			
V1	4	4	8	8	100
V2	4	4	8	8	100
V3	4	4	8	8	100
Rata-rata			8	8	100

## 2.2 Sub Aspek Penyajian Pembelajaran

Kode	Penyajian Pembelajaran			<i>f</i>	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
	22	23	24			
V1	4	3	4	11	12	91,67
V2	4	4	3	11	12	91,67
V3	4	4	4	12	12	100
Rata-rata				11,33	12	94,45

## 2.3 Sub Aspek Kelengkapan Penyajian

Kode	Kelengkapan Penyajian							<i>f</i>	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
	25	26	27	28	29	30	31			
V1	4	4	4	3	4	3	4	26	28	92,86
V2	4	4	4	3	4	4	4	27	28	96,43
V3	4	3	4	4	3	3	3	24	28	85,71
Rata-rata								25,67	28	91,67

## 3. ASPEK KELAYAKAN KEBAHASAAN

Kode	Kelayakan Kebahasaan			<i>f</i>	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
	32	33	34			
V1	4	4	3	11	12	91,67
V2	4	4	3	11	12	91,67
V3	4	3	4	11	12	91,67
Jumlah				33	36	275,01
Persentase Keakuratan Materi				91,67%		

## 3.1 Sub Aspek Keterbacaan

Kode	Keterbacaan		<i>f</i>	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
	32	33			
V1	4	4	8	8	100
V2	4	4	8	8	100
V3	4	3	7	8	87,50
Rata-rata			7,67	8	95,83

## 3.2 Sub Aspek Kesesuaian Kaidah Bahasa Indonesia

Kode	Kesesuaian Kaidah Bahasa Indonesia	<i>f</i>	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
	34			
V1	3	3	4	75
V2	3	3	4	75
V3	4	4	4	100
Rata-Rata		3,33	4	83,33

## 4. ASPEK KELAYAKAN KEGRAFIKAN

Kode	Kelayakan Kegrafikan				<i>f</i>	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
	35	36	37	38			
V1	4	4	3	4	15	16	93,75
V2	3	3	3	3	12	16	75
V3	4	4	4	3	15	16	93,75
Jumlah					42	48	262,5
Persentase Keakuratan Materi					87,5		

## 4.1 Sub Aspek Ukuran Bahan Ajar

Kode	Ukuran Bahan Ajar	<i>f</i>	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
	35			
V1	4	4	4	100
V2	3	3	4	75
V3	4	4	4	100
Rata-Rata		3,67	4	91,67

## 4.2 Sub Aspek Desain Kover Bahan Ajar

Kode	Desain Kover		<i>f</i>	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
	36	37			
V1	4	3	7	8	87,50
V2	3	3	6	8	75
V3	4	4	8	8	100
Rata-rata			7	8	87,50

## 4.3 Sub Aspek Desain Isi Bahan Ajar

Kode	Desain Isi Bahan Ajar	<i>f</i>	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
	38			
V1	4	4	4	100
V2	3	3	4	75
V3	3	3	4	75
Rata-Rata		3,33	4	83,33

## Lampiran 7. Instrumen Uji Keterbacaan

### SOAL UJI KETERBACAAN BAHAN AJAR FISIKA BERBASIS STEM

Nama : .....

Kelas : .....

No. Absen : .....

#### PETUNJUK MENGERJAKAN SOAL

- Berdoalah terlebih dahulu sebelum mengerjakan soal.
- Kerjakanlah semua soal-soal dengan alokasi waktu yang disediakan.
- Kerjakanlah soal-soal dengan jujur, sungguh-sungguh, dan tanggung jawab.
- Yakinlah pada jawaban diri sendiri, hindari kegiatan mencontek jawaban teman, maupun membuka catatan dalam bentuk apapun.
- Isilah jawaban langsung pada tempat kosong yang disediakan.

#### FLUIDA STATIS

##### 1. Massa Jenis

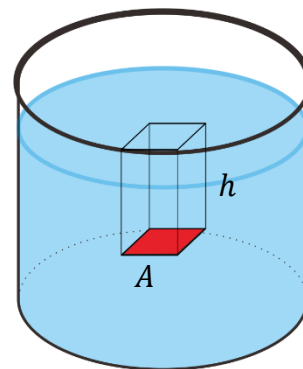
Massa jenis merupakan salah satu sifat fisis zat yang menyatakan perbandingan (1) ..... zat dengan volume zat tersebut. Namun, jika volume (2) ..... sangat besar, misalnya dam, lautan, atau atmosfer maka massa jenis fluida tidak sama di setiap tempat. Contohnya pada lautan massa jenis makin besar jika masuk makin ke (3) ..... Pada atmosfer massa jenis makin kecil jika makin jauh dari (4) ..... bumi.

##### 2. Tekanan Fluida

Tekanan didefinisikan sebagai (5) ..... per satuan luas bidang tekan. Jika gaya  $F$  bekerja secara tegak lurus terhadap suatu permukaan dengan bidang sentuh seluas  $A$ , tekanan  $p$  dapat dinyatakan sebagai

$$p = \frac{F}{A}$$

Sekarang, kita coba mencari persamaan tekanan hidrostatis di dalam fluida diam yang massa jenisnya ( $\rho$ ) konstan. Perhatikan Gambar 1, sebuah pelat dengan luas  $A$  ditempatkan horizontal ke dalam zat cair. Pelat tersebut berada pada kedalaman  $h$  dari permukaan zat cair. Pelat tersebut menahan beban zat cair di (6) ..... Volume zat cair di atas pelat adalah  $V = Ah$ .



**Gambar 1.** Sebuah pelat yang dicelupkan ke dalam zat cair menahan berat zat cair di atasnya.

(Sumber: Dokumen penulis)

Massa zat cair yang berada di atas pelat adalah  $m = \rho V = \rho Ah$ . Dengan demikian, (7) ..... zat cair yang ditahan pelat adalah  $w = mg = \rho Ahg$ . Tekanan zat cair yang dialami pelat menjadi

$$p = \frac{w}{A} = \frac{\rho Ahg}{A}$$

$$p = \rho gh$$

dengan  $p$ : tekanan oleh zat cair (Pa),  $\rho$ : massa jenis zat cair ( $\text{kg/m}^3$ ),  $g$ : percepatan gravitasi bumi ( $\text{m/s}^2$ ), dan  $h$ : kedalaman benda diukur dari permukaan zat cair (m).

### 3. Hukum Pascal

Berdasarkan penelitiannya, pada tahun 1652 Pascal menyatakan bahwa: *Tekanan yang diberikan pada fluida dalam ruang (8) ..... akan diteruskan ke segala arah.*

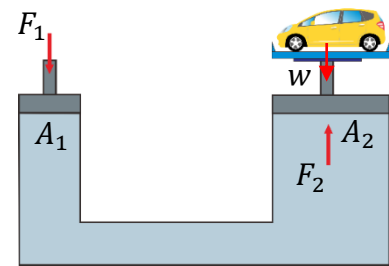
Pernyataan di atas dikenal dengan istilah hukum Pascal. Salah satu (9) ..... utama hukum Pascal yaitu dongkrak hidrolik seperti pada Gambar 2. Dongkrak hidrolik tersebut terdiri atas sebuah bejana berisi fluida yang dilengkapi dengan dua piston yang memiliki luas penampang (10) ..... Jika piston kecil (piston 1) yang luas penampangnya  $A_1$  ditekan oleh gaya  $F_1$ , tekanan dalam fluida akan bertambah sebesar  $p = F_1/A_1$ .

Pertambahan tekanan ini akan diteruskan fluida menuju piston besar (piston 2) yang luas penampangnya  $A_2$ . Oleh karena itu tekanan pada (11) ..... piston sama besar, maka berlaku persamaan

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

### 4. Hukum Archimedes

Pernahkan kalian mengamati bahwa benda yang dicelupkan ke dalam air lebih (12) ..... beratnya dibandingkan dengan di udara? Hal ini dikarenakan zat cair (13) ..... gaya yang arahnya ke atas. Gaya ke atas itu tergantung pada massa jenis zat cair dan volume benda yang tercelup. Besarnya gaya ke atas itu sama dengan berat zat cair yang dipindahkan oleh benda. Prinsip ini pertama kali dikemukakan oleh Archimedes dan kemudian (14) ..... sebagai hukum Archimedes: *Setiap benda yang terendam sebagian atau seluruhnya di dalam zat cair akan mendapat gaya ke atas yang besarnya (15) ..... dengan berat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut.* Kita dapat menurunkan prinsip Archimedes berdasarkan hukum I Newton dengan memperhatikan gaya-gaya yang bekerja pada suatu bagian zat cair dan mencatat bahwa dalam keseimbangan statik, resultan gaya harus nol.



**Gambar 2.** Hukum Pascal diterapkan pada pengangkat hidrolik untuk mengangkat mobil.

(Sumber: Dokumen penulis)

## 5. Tegangan Permukaan

Permukaan zat cair yang diam layaknya seperti selembar selaput tipis (membran) (16) ..... menegang karena ditarik. Permukaan zat cair berperilaku layaknya dalam keadaan tegang karena tertarik, dan gaya tegangan ini, yang bekerja di sepanjang permukaan, timbul akibat (17) ..... tarik-menarik di antara molekul-molekul cairan. Efek semacam ini (18) ..... tegangan permukaan.

## 6. Meniskus dan Kapilaritas

### Meniskus

Air akan membasahi dinding wadahnya. Permukaan air dalam wadah cenderung berbentuk cekung, sedangkan permukaan raksa dalam wadahnya cenderung berbentuk cembung. Kelengkungan permukaan tersebut (19) ..... karena adanya gaya tarik antara molekul air dengan atom pada permukaan gelas. Jika gaya (20) ..... antara molekul fluida dengan atom pada permukaan zat mengungguli gaya tarik antar molekul fluida maka permukaan fluida pada tempat kontak dengan zat padat sedikit naik. Sebaliknya, jika gaya tarik antara molekul fluida dengan atom pada permukaan zat padat lebih kecil daripada gaya tarik antar molekul fluida maka permukaan fluida pada tempat kontak dengan zat padat sedikit turun. Kelengkungan zat (21) ..... di dalam tabung dinamakan meniskus.

### Kapilaritas

Peristiwa naik turunnya permukaan zat cair dalam pipa kapiler dinamakan *gejala kapiler* atau *kapilaritas*. Gejala kapilaritas (22) ..... oleh gaya kohesi, adhesi, dan tegangan permukaan.

## 7. Viskositas dan Hukum Stokes

### Viskositas

Viskositas atau kekentalan dapat dibayangkan sebagai gesekan antara satu lapisan (23) ..... lapisan lain dalam fluida. Dalam fluida ideal tidak ada viskositas yang menghambat lapisan-lapisan fluida ketika lapisan-lapisan tersebut bergeser sedangkan dalam fluida kental viskositas itu ada.

### Hukum Stokes

Bagaimana pengaruh fluida kental (24) ..... benda yang bergerak di dalamnya? Apabila suatu benda bergerak dengan kelajuan tertentu dalam suatu fluida kental, maka benda tersebut akan dihambat gerakannya oleh gaya gesekan fluida pada benda tersebut. Besarnya gaya (25) ..... bergantung pada kecepatan relatif benda terhadap fluida serta bentuk benda. Untuk benda yang berbentuk bola, besarnya gaya gesekan memenuhi hukum Stokes

$$F_s = 6\pi\eta r v$$

dengan  $F$ : gaya hambatan (N),  $\eta$ : koefisien viskositas ( $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$ ),  $r$ : jari-jari bola (m), dan  $v$ : kelajuan relatif benda terhadap fluida (m/s).

Jika benda berbentuk bola dijatuhkan dalam fluida maka mula-mula benda bergerak turun dengan kecepatan yang makin besar akibat adanya percepatan gravitasi. Pada suatu saat kecepatan benda tidak berubah lagi. Kecepatan ini dinamakan *kecepatan terminal*.

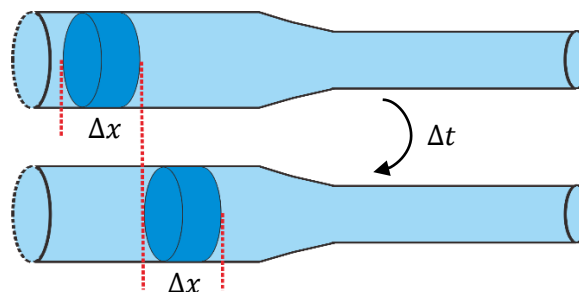
## FLUIDA DINAMIS

### 1. Fluida Ideal

Fluida ideal merupakan fluida dengan sifat-sifat sebagai berikut.

- Tidak termampatkan (*incompressible*). Artinya, volume dan massa jenis fluida ideal tidak (26) ..... oleh pengaruh tekanan.
- Aliran bersifat tunak (*steady*). Artinya, setiap saat pada setiap titik, fluida mengalir dengan (27) ..... tetap.
- Tidak kental (*non-viscous*), artinya (28) ..... antarpartikel fluida diabaikan.
- Alirannya tidak turbulen, artinya setiap lapisan fluida mengalir dengan (29) ..... yang sama.

### 2. Debit Fluida



**Gambar 3.** Elemen fluida berupa silinder dengan ketebalan  $\Delta x$  berpindah sejauh  $\Delta x$  selama selang waktu  $\Delta t$ .

(Sumber: Dokumen penulis)

Kita lihat irisan fluida tegak lurus penampang pipa yang tebalnya  $\Delta x$ . Anggap luas penampang pipa  $A$ . Volume (30) ..... dalam elemen tersebut adalah  $\Delta V = A \Delta x$ . Elemen tersebut tepat bergeser sejauh  $\Delta x$  selama selang (31) .....  $\Delta t$ . Jika laju aliran fluida adalah  $v$  maka  $\Delta x = v \Delta t$ , sehingga elemen (32) ..... fluida yang mengalir adalah

$$\Delta V = Av\Delta t$$

Kita tahu bahwa debit aliran fluida didefinisikan sebagai

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

$$Q = \frac{Av\Delta t}{\Delta t}$$

$$Q = Av$$

### 3. Daya oleh Debit Fluida

Pada pembahasan mengenai energi (33) ..... gravitasi, diketahui bahwa massa air ( $m$ ) yang berada pada ketinggian tertentu ( $h$ ) memiliki energi potensial sebesar

$$EP = mgh$$

Daya ( $P$ ) merupakan besaran yang menyatakan besarnya energi tiap satuan (34) ..... dan massa ( $m$ ) dapat dirumuskan  $m = \rho V$  sehingga

$$P = \frac{EP}{t}$$

$$P = \frac{mgh}{t} = \frac{(\rho V)gh}{t}$$

karena  $\frac{V}{t} = Q$ , sehingga

$$P = \rho Qgh$$

Apabila sistem generator yang digunakan untuk membangkitkan (35) ..... memiliki efisiensi sebesar  $\eta$ , maka

$$P = \eta \rho Qgh$$

### 4. Hukum Kontinuitas

Gambar 4 menunjukkan aliran fluida ideal pada pipa dengan (36) ..... penampang yang berubah dan diletakkan mendatar dengan (37) ..... yang simetris. Mula-mula fluida berada di  $A_1$ , setelah  $t$  sekon akan berada di  $A_2$ . Sesuai dengan hukum kekekalan (38) ....., apabila aliran fluida stasioner dengan waktu  $t$  yang relatif singkat, maka banyaknya fluida yang mengalir di  $A_1$  akan sama dengan banyaknya fluida yang mengalir di  $A_2$ .

$$\Delta m_1 = \Delta m_2$$

$$\rho V_1 = \rho V_2$$

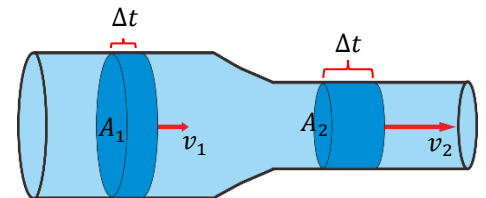
$$\rho A_1 v_1 \Delta t = \rho A_2 v_2 \Delta t$$

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Besaran  $Av$  sesuai yang kita pelajari sebelumnya, merupakan (39) ..... fluida dengan simbol  $Q$ . Dalam fluida aliran inkompresibel yang tunak, laju aliran volumenya adalah sama di setiap titik dalam fluida,

$$Q = A v = \text{konstan}$$

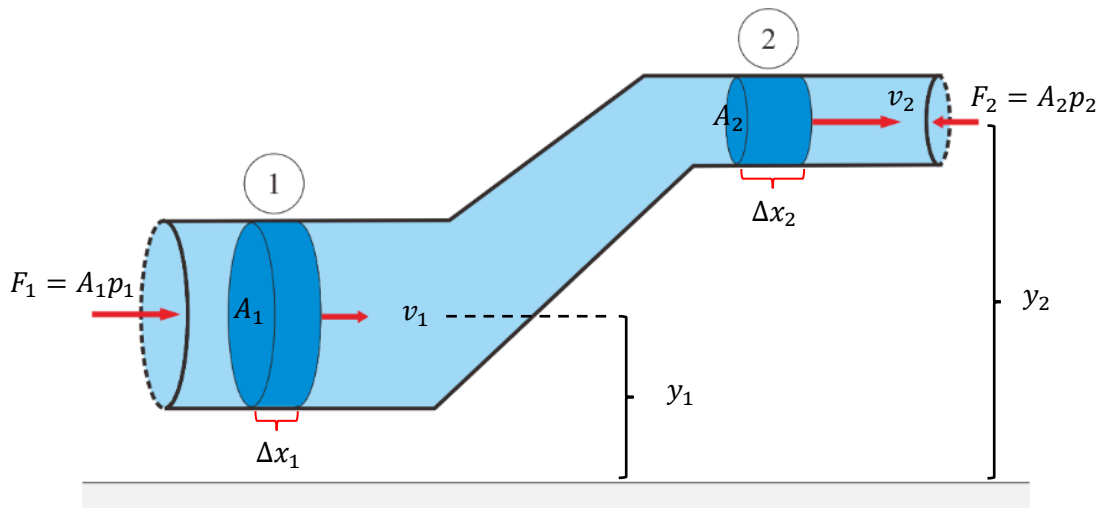
persamaan di atas merupakan rumusan matematis dari persamaan kontinuitas.



**Gambar 4.** Fluida ideal mengalir dalam pipa horizontal yang luas penampangnya berubah.

(Sumber: Dokumen penulis)

**5. Hukum Bernoulli**



**Gambar 5.** Ilustrasi untuk menurunkan hukum Bernoulli.

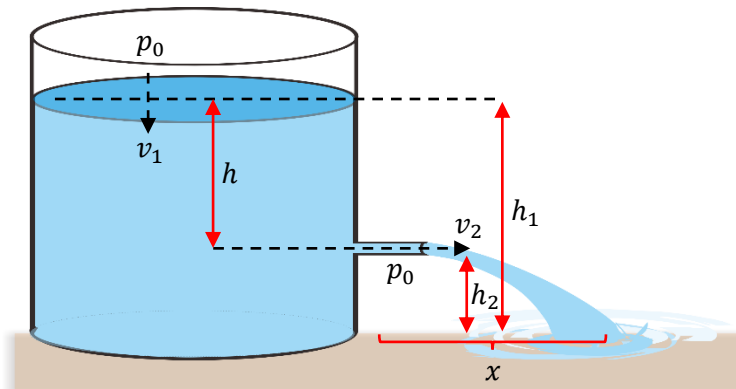
(Sumber: Dokumen penulis)

Gambar 5 menunjukkan fluida ideal yang mengalir dalam pipa dengan ketinggian dan luas permukaan yang (40) ..... Mula-mula fluida berada pada keadaan 1 dalam pipa dengan luas penampang  $A_1$  pada ketinggian  $y_1$ . Setelah selang (41) ..... tertentu fluida bergerak ke kanan menuju keadaan 2 dalam pipa dengan luas penampang  $A_2$  pada ketinggian  $y_2$ . Fluida dapat mengalir dari keadaan 1 ke keadaan 2 karena adanya perbedaan tekanan di kedua ujung pipa. Pada keadaan 1 terdapat gaya  $F_1$  dan pada keadaan 2 terdapat gaya  $F_2$  yang (42) ..... berlawanan.

**6. Penerapan Asas Kontinuitas dan Hukum Bernoulli**

**Teorema Toricelli**

Secara matematis, Teorema Toricelli dapat diturunkan dari persamaan (43) ..... Untuk lebih memahami bagaimana rumusan (44) ..... dari Teorema Toricelli, perhatikan pembahasan berikut ini!



**Gambar 6.** Menentukan laju keluar air dari suatu keran pada bejana yang sangat besar.

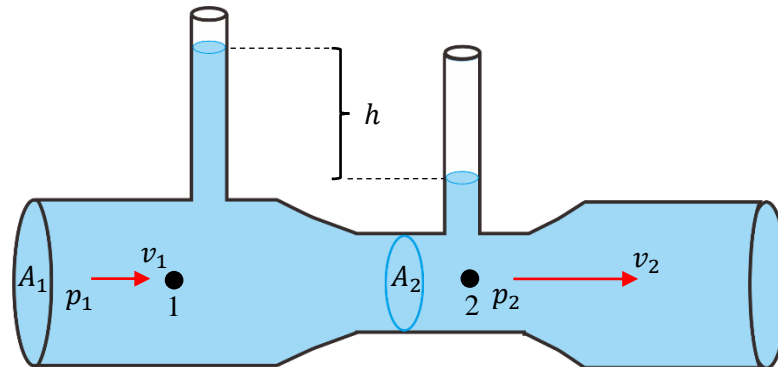
(Sumber: Dokumen penulis)



Gambar 6 menunjukkan bejana berisi air yang bocor dengan lubang kecil yang berjarak  $h$  di bawah permukaan air. Kecepatan semburan air yang (45) ..... dapat dihitung dengan persamaan Bernoulli

### Venturimeter

Venturimeter atau pipa venturi (Gambar 7) digunakan untuk mengukur (46) ..... fluida yang melalui pipa tertutup. Terdapat dua jenis venturimeter, venturimeter tanpa (47) ..... dan venturimeter dengan manometer.



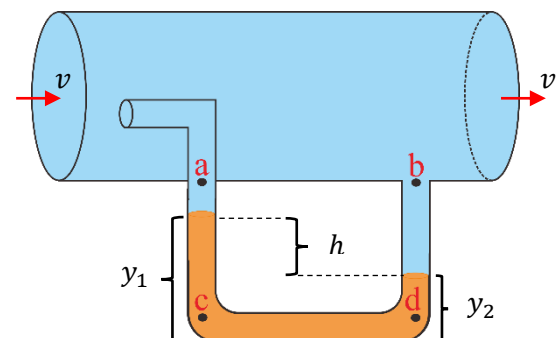
**Gambar 7.** Venturimeter tanpa manometer.

(Sumber: Dokumen penulis)

Zat cair dengan massa jenis  $\rho$  mengalir melalui pipa berpenampang besar  $A_1$  dengan kelajuan aliran  $v_1$  menuju pipa berpenampang kecil  $A_2$  dengan kelajuan aliran  $v_2$ . Pada kedua pipa vertikal terjadi perbedaan ketinggian air ( $h$ ). Kita terapkan persamaan Bernoulli pada titik 1 dan titik 2 dimana zat cair yang akan diukur kelajuannya mengalir pada titik yang tidak memiliki perbedaan ketinggian ( $h_1 = h_2$ ).

### Tabung Pitot

Tabung pitot atau pipa pitot digunakan untuk (48) ..... kelajuan dan tekanan gas. Skema pipa pitot ditunjukkan pada Gambar 8. Gas (udara) dengan massa jenis  $\rho$  mengalir melalui pipa di titik a yang sejajar dengan arah aliran gas sehingga kelajuan gas di titik a sama dengan kelajuan aliran di luar lubang,  $v_a = v$ . Tabung pitot dilengkapi dengan manometer berisi (49) ..... dengan massa jenis  $\rho'$ .



**Gambar 8.** Skema tabung pitot.

(Sumber: Dokumen penulis)

**Gaya Angkat Pesawat**

Tahukah kalian bahwa mesin pesawat terbang hanya menghasilkan gaya dorong ke arah depan? Lalu, bagaimana pesawat yang dapat menampung banyak orang dan beratnya dapat mencapai 200 ton dapat mengudara? Penyebabnya adalah struktur pesawat terbang yang dirancang sedemikian rupa sehingga mendapat gaya angkat oleh udara ketika bergerak ke arah depan. Salah satu sumber gaya angkat adalah gaya (50) ..... Bernoulli yang terjadi pada sayap. Tetapi ini bukan satu-satunya gaya angkat pada pesawat.

**KUNCI JAWABAN UJI KETERBACAAN BAHAN AJAR**

1. Massa
2. Fluida
3. Dalam
4. Permukaan
5. Gaya
6. Atasnya
7. Berat
8. Tertutup
9. Aplikasi
10. Berbeda
11. Kedua
12. Ringan
13. Memberikan
14. Dikenal
15. Sama
16. Yang
17. Gaya
18. Disebut
19. Disebabkan
20. Tarik
21. Cair
22. Dipengaruhi
23. Dengan
24. Terhadap
25. Gesekan
26. Berubah
27. Laju
28. Gesekan
29. Kecepatan
30. Fluida
31. Waktu
32. Volume
33. Potensial
34. Waktu
35. Listrik
36. Luas
37. Ukuran
38. Massa
39. Debit
40. Berbeda
41. Waktu
42. Arahnya
43. Bernoulli
44. Matematis
45. Keluar
46. Kelajuan
47. Manometer
48. Mengukur
49. Fluida
50. Angkat

## Lampiran 8. Analisis Hasil Uji Keterbacaan

### Analisis Data Uji Keterbacaan Bahan Ajar

Rumus:

$$P = \frac{f}{n} \times 100\%$$

keterangan:

$P$  = persentase skor

$f$  = jumlah skor butir penilaian

$n$  = total skor maksimal butir penilaian

#### Kriteria Tingkat Keterbacaan Bahan Ajar

Rentang Persentase	Kriteria
$60\% < P$	Bahan ajar mudah dipahami
$41\% \leq P \leq 60\%$	Bahan ajar sesuai bagi peserta didik
$P \leq 41\%$	Bahan ajar sukar dipahami

#### Responden Uji Keterbacaan Bahan Ajar Kelas XI MIPA 3

No.	Nama Siswa	Kode
1.	Andika Dwi Aprilian	A-01
2.	Anisa Dwi Saputri	A-02
3.	Ardiansyah	A-03
4.	Arwa Tri Fafita	A-04
5.	Auliya Nur Asri	A-05
6.	Betris Anindya Putri	A-06
7.	Della Kuswardani	A-07
8.	Desi Pelita Mira Purwanti	A-08
9.	Destri Ayu Pramesti	A-09
10.	Dwi Sudarningsih	A-10
11.	Edmi Damar Sejati	A-11
12.	F. Musa Ramadhan	A-12
13.	Fingka Lutfihaniah	A-13
14.	Gandi Mohammad H.	A-14
15.	Hana Nur Alifah	A-15
16.	Ida Apriliana	A-16
17.	Indah Setianingsih	A-17

18.	Intan Maharani	A-18
19.	Isnaeni Rahmawati	A-19
20.	Istiqomah	A-20
21.	Khanza Anindya Wicaksono	A-21
22.	Lhalhan Romadoni	A-22
23.	Madini Sofia Safitri	A-23
24.	Mufrida Dwi Astuti	A-24
25.	Muhammad Zidane Panatagama	A-25
26.	Nova Angelia Kusuma Wardani	A-26
27.	Nurul Tri Agustina	A-27
28.	Putri Revi Oktaviani	A-28
29.	Rasty Anandita Putri	A-29
30.	Rois Prayoga Isaldi	A-30
31.	Sasetya Handini Benasih	A-31
32.	Serly Yanuariza	A-32
33.	Sri Feriyani Risno Nasir	A-33
34.	Wiwit Cipta Indah Lestari	A-34
35.	Yesinta Febriati	A-35

Responden Uji Keterbacaan Bahan Ajar Kelas XI MIPA 5

No.	Nama Siswa	Kode
1.	Alfina Anggraeni	B-01
2.	Anggi Rinoto	B-02
3.	Arman Maulana Akbar	B-03
4.	Asri Destiani	B-04
5.	Azizah Setia Putri	B-05
6.	Bakhits Kusuma Aji	B-06
7.	Candra Dwi Putra A.	B-07
8.	Deva Elen Pristanti	B-08
9.	Elroy Decky Zulfaied	B-09
10.	Fitria Anggi Meisyaroh	B-10
11.	Friska Ma'rifatul Rizqulloh	B-11
12.	Hilmi Hamam Yusron	B-12
13.	Ike Alfiyah Nur'Azzah	B-13
14.	Indra Yunarto	B-14
15.	Isma Ayu Saputri	B-15
16.	Lia Franita Ashara	B-16
17.	Mailani Nafa Muslimah	B-17
18.	Mita Rahmadani	B-18

19.	Naeni Amro	B-19
20.	Nenden Abelia	B-20
21.	Novi Dwi Purwati	B-21
22.	Putri Destiana Aulia Pratama	B-22
23.	Ragil Dian Oktisari	B-23
24.	Rizki Mahendra	B-24
25.	Salsa Billa Putri Sugiarto	B-25
26.	Sefi Winarti	B-26
27.	Shevila Fredenita	B-27
28.	Siti Fadillah Nur Saputri	B-28
29.	Tri Ragil Sayekti	B-29
30.	Ulfah Ade Julia	B-30
31.	Wanda Astiana	B-31
32.	Yugi Rahmadiani	B-32
33.	Zahra Citra Farabi	B-33
34.	Ade Tegar Saputra	B-34

Uji keterbacaan bahan ajar dilakukan pada dua kelas yaitu XI MIPA 3 dan XI MIPA 5. Berikut adalah hasil uji keterbacaan bahan ajar pada masing-masing kelas.

#### 1. Hasil Uji Keterbacaan Bahan Ajar Kelas XI MIPA 3

No.	Responden	Skor	Skor Maks.	Persentase (%)	Kriteria
1.	A-01	48	50	96	bahan ajar mudah dipahami
2.	A-02	44	50	88	bahan ajar mudah dipahami
3.	A-03	42	50	84	bahan ajar mudah dipahami
4.	A-04	39	50	78	bahan ajar mudah dipahami
5.	A-05	40	50	80	bahan ajar mudah dipahami
6.	A-06	49	50	98	bahan ajar mudah dipahami
7.	A-07	48	50	96	bahan ajar mudah dipahami
8.	A-08	38	50	76	bahan ajar mudah dipahami
9.	A-09	47	50	94	bahan ajar mudah dipahami
10.	A-10	32	50	64	bahan ajar mudah dipahami
11.	A-11	29	50	58	sesuai bagi peserta didik
12.	A-12	46	50	92	bahan ajar mudah dipahami
13.	A-13	39	50	78	bahan ajar mudah dipahami
14.	A-14	44	50	88	bahan ajar mudah dipahami
15.	A-15	42	50	84	bahan ajar mudah dipahami
16.	A-16	43	50	86	bahan ajar mudah dipahami
17.	A-17	47	50	94	bahan ajar mudah dipahami

18.	A-18	43	50	86	bahan ajar mudah dipahami
19.	A-19	28	50	56	sesuai bagi peserta didik
20.	A-20	42	50	84	bahan ajar mudah dipahami
21.	A-21	49	50	98	bahan ajar mudah dipahami
22.	A-22	46	50	92	bahan ajar mudah dipahami
23.	A-23	45	50	90	bahan ajar mudah dipahami
24.	A-24	42	50	84	bahan ajar mudah dipahami
25.	A-25	43	50	86	bahan ajar mudah dipahami
26.	A-26	48	50	96	bahan ajar mudah dipahami
27.	A-27	47	50	94	bahan ajar mudah dipahami
28.	A-28	43	50	86	bahan ajar mudah dipahami
29.	A-29	41	50	82	bahan ajar mudah dipahami
30.	A-30	44	50	88	bahan ajar mudah dipahami
31.	A-31	44	50	88	bahan ajar mudah dipahami
32.	A-32	38	50	76	bahan ajar mudah dipahami
33.	A-33	43	50	86	bahan ajar mudah dipahami
34.	A-34	46	50	92	bahan ajar mudah dipahami
35.	A-35	47	50	94	bahan ajar mudah dipahami

Perhitungan uji keterbacaan pada kelas XI MIPA 3:

$$\text{Rata - rata jumlah jawaban benar} = \frac{\text{Jumlah jawaban benar}}{\text{Jumlah peserta didik}}$$

$$\text{Rata - rata jumlah jawaban benar} = \frac{1496}{35}$$

$$\text{Rata - rata jumlah jawaban benar} = 42,74 \text{ soal}$$

Persentase keterbacaan bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter pada kelas XI MIPA 3

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

$$P = \frac{1496}{1750} \times 100\%$$

$$P = 85,48\%$$

**Berdasarkan kriteria, maka bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter MUDAH DIPAHAMI oleh peserta didik kelas XI MIPA 3 dengan persentase keterbacaan sebesar 85,48%.**

## 2. Hasil Uji Keterbacaan Bahan Ajar Kelas XI MIPA 5

No.	Responden	Skor	Skor Maks.	Persentase (%)	Kriteria
1.	B-01	49	50	98	bahan ajar mudah dipahami
2.	B-02	43	50	86	bahan ajar mudah dipahami

3.	B-03	39	50	78	bahan ajar mudah dipahami
4.	B-04	43	50	96	bahan ajar mudah dipahami
5.	B-05	42	50	84	bahan ajar mudah dipahami
6.	B-06	30	50	60	sesuai bagi peserta didik
7.	B-07	44	50	88	bahan ajar mudah dipahami
8.	B-08	46	50	92	bahan ajar mudah dipahami
9.	B-09	46	50	92	bahan ajar mudah dipahami
10.	B-10	47	50	94	bahan ajar mudah dipahami
11.	B-11	49	50	98	bahan ajar mudah dipahami
12.	B-12	49	50	98	bahan ajar mudah dipahami
13.	B-13	48	50	96	bahan ajar mudah dipahami
14.	B-14	46	50	92	bahan ajar mudah dipahami
15.	B-15	49	50	98	bahan ajar mudah dipahami
16.	B-16	44	50	88	bahan ajar mudah dipahami
17.	B-17	38	50	76	bahan ajar mudah dipahami
18.	B-18	48	50	96	bahan ajar mudah dipahami
19.	B-19	23	50	46	sesuai bagi peserta didik
20.	B-20	49	50	98	bahan ajar mudah dipahami
21.	B-21	43	50	86	bahan ajar mudah dipahami
22.	B-22	47	50	94	bahan ajar mudah dipahami
23.	B-23	49	50	98	bahan ajar mudah dipahami
24.	B-24	45	50	90	bahan ajar mudah dipahami
25.	B-25	38	50	76	bahan ajar mudah dipahami
26.	B-26	49	50	98	bahan ajar mudah dipahami
27.	B-27	48	50	96	bahan ajar mudah dipahami
28.	B-28	28	50	56	sesuai bagi peserta didik
29.	B-29	47	50	94	bahan ajar mudah dipahami
30.	B-30	45	50	90	bahan ajar mudah dipahami
31.	B-31	48	50	96	bahan ajar mudah dipahami
32.	B-32	47	50	94	bahan ajar mudah dipahami
33.	B-33	48	50	96	bahan ajar mudah dipahami
34.	B-34	47	50	94	bahan ajar mudah dipahami

Perhitungan pada kelas XI MIPA 5:

$$\text{Rata - rata jumlah jawaban benar} = \frac{\text{Jumlah jawaban benar}}{\text{Jumlah peserta didik}}$$

$$\text{Rata - rata jumlah jawaban benar} = \frac{1501}{34}$$

$$\text{Rata - rata jumlah jawaban benar} = 44,15 \text{ soal}$$



Persentase keterbacaan bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter pada kelas XI MIPA 5

$$P = \frac{f}{N} \times 100\%$$

$$P = \frac{1501}{1700} \times 100\%$$

$$P = 88,29\%$$

**Berdasarkan kriteria, maka bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter MUDAH DIPAHAMI oleh peserta didik kelas XI MIPA 5 dengan persentase keterbacaan sebesar 88,29%.**

Secara keseluruhan, hasil uji keterbacaan bahan ajar adalah:

$$\text{Rata - rata tingkat keterbacaan bahan ajar} = \frac{P \text{ XI MIPA 3} + P \text{ XI MIPA 5}}{2}$$

$$\text{Rata - rata tingkat keterbacaan bahan ajar} = \frac{85,48\% + 88,29\%}{2}$$

$$\text{Rata - rata tingkat keterbacaan bahan ajar} = 86,88\%$$

**Berdasarkan data yang diperoleh dari uji keterbacaan bahan ajar pada kelas XI MIPA 3 dan XI MIPA 5, maka dapat diketahui persentase keterbacaan bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter sebesar 86,88%. Hasil ini menunjukkan bahwa bahan ajar tersebut MUDAH DIPAHAMI oleh peserta didik.**

**Lampiran 9. Instrumen Respons Peserta Didik terhadap Bahan Ajar****KISI-KISI INSTRUMEN ANGKET RESPONS PESERTA DIDIK**

<b>No.</b>	<b>Aspek yang Dinilai</b>	<b>Nomor Butir</b>
1	Tampilan Bahan Ajar	1, 2
2	Tata Bahasa dan Susunan Kalimat	3
3	Isi	4, 5, 6, 7, 8
4	Penggunaan	9
5	Fungsi	10, 11, 12, 13, 14

**ANGKET RESPONS PESERTA DIDIK  
TERHADAP BAHAN AJAR**

Nama : .....

Kelas : .....

No. absen : .....

**A. Petunjuk Pengisian**

1. Isilah identitas Anda pada tempat yang telah disediakan.
2. Berilah tanda *check* (√) pada kolom 1, 2, 3, atau 4 sesuai dengan kriteria berikut.

Skor 4 = Anda sangat setuju dengan pernyataan yang disebutkan.

Skor 3 = Anda setuju dengan pernyataan yang disebutkan.

Skor 2 = Anda kurang setuju dengan pernyataan yang disebutkan.

Skor 1 = Anda tidak setuju dengan pernyataan yang disebutkan.

3. Setiap menyelesaikan satu item pernyataan, mohon untuk memberikan saran demi perbaikan produk bahan ajar pada kolom 'Alasan/masukan' yang telah disediakan.

**B. Pernyataan Angket**

No.	Pernyataan	Skor			
		1	2	3	4
1.	Menurut saya, secara keseluruhan tampilan bahan ajar STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter menarik.				
	Alasan/masukan:				
2.	Gambar-gambar yang terdapat dalam bahan ajar jelas dan mudah dipahami.				
	Alasan/masukan:				
3.	Penggunaan bahasa dalam bahan ajar mudah dipahami.				
	Alasan/masukan:				
4.	Materi yang terdapat dalam bahan ajar sesuai dengan pokok bahasan fluida.				

	Alasan/masukan:				
5.	Materi yang terdapat dalam bahan ajar mengaitkan antara fluida dengan aspek sains.				
	Alasan/masukan:				
6.	Materi yang terdapat dalam bahan ajar mengaitkan antara fluida dengan aspek teknologi.				
	Alasan/masukan:				
7.	Materi yang terdapat dalam bahan ajar mengaitkan antara fluida dengan aspek <i>engineering</i> (desain/rekayasa teknik).				
	Alasan/masukan:				
8.	Materi yang terdapat dalam bahan ajar mengaitkan antara fluida dengan aspek matematika.				
	Alasan/masukan:				
9.	Materi yang terdapat dalam bahan ajar tersusun secara sistematis dan mudah dipahami.				
	Alasan/masukan:				
10.	Bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter praktis digunakan dalam pembelajaran.				
	Alasan/masukan:				
11.	Bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter membantu Anda memahami pokok bahasan fluida secara lebih mendalam dari aspek sains.				
	Alasan/masukan:				

12.	Bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter membantu Anda memahami pokok bahasan fluida secara lebih mendalam dari aspek teknologi.				
Alasan/masukan:					
13.	Bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter membantu Anda memahami pokok bahasan fluida secara lebih mendalam dari aspek <i>engineering</i> (desain/rekayasa teknik).				
Alasan/masukan:					
14.	Bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter membantu Anda memahami pokok bahasan fluida secara lebih mendalam dari aspek matematika.				
Alasan/masukan:					

Komentar/saran:

.....

.....

.....

.....

....., .....

Responden

( )

### C. Angket

#### Analisis:

$$P = \frac{f}{n} \times 100\%$$

keterangan:

$P$  = Persentase skor

$f$  = Jumlah skor butir penilaian

$n$  = Total skor maksimal butir penilaian

#### Kriteria Respons Peserta Didik

<b>Interval</b>	<b>Kriteria</b>
$85\% < \text{skor} \leq 100\%$	Sangat baik
$70\% < \text{skor} \leq 85\%$	Baik
$50\% < \text{skor} \leq 70\%$	Cukup baik
$1\% < \text{skor} \leq 50\%$	Tidak baik

## Lampiran 10. Analisis Hasil Respons Peserta Didik terhadap Bahan Ajar

### Analisis Data Respons Peserta Didik terhadap Bahan Ajar

Rumus:

$$P = \frac{f}{n} \times 100\%$$

keterangan:

$P$  = persentase skor

$f$  = jumlah skor butir penilaian

$n$  = total skor maksimal butir penilaian

#### Kriteria Respons Peserta Didik terhadap Bahan Ajar

Interval	Kriteria
$85\% < P \leq 100\%$	Sangat baik
$70\% < P \leq 85\%$	Baik
$50\% < P \leq 70\%$	Cukup baik
$1\% < P \leq 50\%$	Tidak baik

Penilaian respons peserta didik terhadap bahan ajar dilakukan pada dua kelas yaitu XI MIPA 3 dan XI MIPA 5. Berikut adalah hasil penilaian respons peserta didik terhadap bahan ajar pada masing-masing kelas.

#### 1. Hasil Penilaian Respons Peserta Didik terhadap Bahan Ajar Kelas XI MIPA 3

No.	Responden	$f$	$n$	$P$ (%)
1.	A-01	56	56	100
2.	A-02	50	56	89,28
3.	A-03	43	56	76,78
4.	A-04	52	56	92,86
5.	A-05	50	56	89,28
6.	A-06	46	56	82,14
7.	A-07	50	56	89,28
8.	A-08	43	56	76,78
9.	A-09	43	56	76,78
10.	A-10	46	56	82,14
11.	A-11	53	56	94,64
12.	A-12	48	56	85,71
13.	A-13	49	56	87,50

14.	A-14	49	56	87,50
15.	A-15	51	56	91,07
16.	A-16	48	56	85,71
17.	A-17	44	56	78,57
18.	A-18	51	56	91,07
19.	A-19	44	56	78,57
20.	A-20	54	56	96,43
21.	A-21	52	56	92,86
22.	A-22	47	56	83,93
23.	A-23	50	56	89,28
24.	A-24	51	56	91,07
25.	A-25	52	56	92,86
26.	A-26	52	56	92,86
27.	A-27	46	56	82,14
28.	A-28	48	56	85,71
29.	A-29	48	56	85,71
30.	A-30	45	56	80,36
31.	A-31	44	56	78,57
32.	A-32	52	56	92,86
33.	A-33	51	56	91,07
34.	A-34	46	56	82,14
35.	A-35	54	56	96,43
<b>Jumlah</b>				<b>3050</b>

Perhitungan pada kelas XI MIPA 3:

$$\text{Rata – rata persentase respons peserta didik} = \frac{\text{Jumlah persentase skor}}{\text{Jumlah peserta didik}}$$

$$\text{Rata – rata persentase respons peserta didik} = \frac{3050}{35}$$

$$\text{Rata – rata persentase respons peserta didik} = 87,14\%$$

**Berdasarkan kriteria, maka bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter mendapat respons dalam kategori SANGAT BAIK dari peserta didik kelas XI MIPA 3 dengan persentase respons peserta didik sebesar 87,14%.**

## 2. Hasil Penilaian Respons Peserta Didik terhadap Bahan Ajar Kelas XI MIPA 5

No.	Responden	<i>f</i>	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
1.	B-01	48	56	85,71
2.	B-02	52	56	92,86
3.	B-03	52	56	92,86
4.	B-04	54	56s	96,43



5.	B-05	52	56	92,86
6.	B-06	45	56	80,36
7.	B-07	46	56	82,14
8.	B-08	51	56	91,07
9.	B-09	50	56	89,28
10.	B-10	56	56	100
11.	B-11	43	56	76,78
12.	B-12	53	56	94,64
13.	B-13	50	56	89,28
14.	B-14	50	56	89,28
15.	B-15	48	56	85,71
16.	B-16	47	56	83,93
17.	B-17	51	56	91,07
18.	B-18	43	56	76,78
19.	B-19	51	56	91,07
20.	B-20	48	56	85,71
21.	B-21	49	56	87,50
22.	B-22	53	56	94,64
23.	B-23	53	56	94,64
24.	B-24	50	56	89,28
25.	B-25	43	56	76,78
26.	B-26	47	56	83,93
27.	B-27	48	56	85,71
28.	B-28	54	56	96,43
29.	B-29	56	56	100
30.	B-30	52	56	92,86
31.	B-31	51	56	91,07
32.	B-32	53	56	94,64
33.	B-33	49	56	87,50
34.	B-34	56	56	100
<b>Jumlah</b>				<b>3042,86</b>

Perhitungan pada kelas XI MIPA 3:

$$\text{Rata – rata persentase respons peserta didik} = \frac{\text{Jumlah persentase skor}}{\text{Jumlah peserta didik}}$$

$$\text{Rata – rata persentase respons peserta didik} = \frac{3042,86}{34}$$

$$\text{Rata – rata persentase respons peserta didik} = 89,50\%$$

**Berdasarkan kriteria, maka bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter mendapat respons dalam kategori SANGAT BAIK dari peserta didik kelas XI MIPA 5 dengan persentase respons peserta didik sebesar 89,50%.**

Secara keseluruhan, hasil respons peserta didik terhadap bahan ajar adalah:

$$\text{Rata - rata persentase respons peserta didik} = \frac{P \text{ XI MIPA 3} + P \text{ XI MIPA 5}}{2}$$

$$\text{Rata - rata tingkat keterbacaan bahan ajar} = \frac{87,14\% + 89,50\%}{2}$$

$$\text{Rata - rata tingkat keterbacaan bahan ajar} = 88,32\%$$

**Berdasarkan data yang diperoleh dari penilaian respons peserta didik terhadap bahan ajar pada kelas XI MIPA 3 dan XI MIPA 5, maka dapat diketahui persentase respons peserta didik terhadap bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter sebesar 88,32%. Hasil ini menunjukkan bahwa bahan ajar tersebut mendapatkan respons dalam kategori SANGAT BAIK oleh peserta didik.**

## 3. Rincian Hasil Penilaian Respons Peserta Didik terhadap Bahan Ajar Kelas XI MIPA 3

No.	Kode	Skor Pernyataan														f	n	P(%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
1.	A-01	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	56	56	100
2.	A-02	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	3	3	3	4	50	56	89,29
3.	A-03	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	43	56	76,79
4.	A-04	4	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	52	56	92,86
5.	A-05	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	50	56	89,29
6.	A-06	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	4	46	56	82,14
7.	A-07	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	3	4	50	56	89,29
8.	A-08	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	43	56	76,79
9.	A-09	3	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	43	56	76,79
10.	A-10	3	4	4	4	3	3	2	3	3	4	3	4	3	3	46	56	82,14
11.	A-11	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	53	56	94,64
12.	A-12	3	3	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	3	48	56	85,71
13.	A-13	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	49	56	87,50
14.	A-14	4	3	3	3	3	4	4	1	4	4	4	4	4	4	49	56	87,50
15.	A-15	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	4	51	56	91,07
16.	A-16	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	4	4	48	56	85,71
17.	A-17	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	44	56	78,57
18.	A-18	4	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	51	56	91,07
19.	A-19	1	3	4	4	3	4	4	4	1	3	3	3	3	4	44	56	78,57
20.	A-20	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	54	56	96,43
21.	A-21	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	52	56	92,86
22.	A-22	3	3	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3	4	47	56	83,93
23.	A-23	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	50	56	89,29

24.	A-24	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	3	3	51	56	91,07
25.	A-25	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	52	56	92,86
26.	A-26	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	52	56	92,86
27.	A-27	3	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3	3	3	46	56	82,14
28.	A-28	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	48	56	85,71
29.	A-29	4	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	3	3	48	56	85,71
30.	A-30	3	3	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	45	56	80,36
31.	A-31	3	3	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	44	56	78,57
32.	A-32	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	52	56	92,86
33.	A-33	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	2	51	56	91,07
34.	A-34	3	3	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3	3	3	46	56	82,14
35.	A-35	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	54	56	96,43
Total		121	121	121	128	126	124	121	127	117	121	121	120	116	124	1708	1960	3050
Rata-rata		3,46	3,46	3,46	3,66	3,60	3,54	3,46	3,63	3,34	3,46	3,46	3,43	3,31	3,54	48,80	56	87,14
P(%)		86,43	86,43	86,43	91,43	90,00	88,57	86,43	90,71	83,57	86,43	86,43	85,71	82,86	88,57	87,14	100	87,14

Berdasarkan kriteria, maka bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter mendapat respons dalam kategori SANGAT BAIK dari peserta didik kelas XI MIPA 3 dengan persentase respons peserta didik sebesar 87,14%.

#### 4. Rincian Hasil Penilaian Respons Peserta Didik terhadap Bahan Ajar Kelas XI MIPA 5

No.	Kode	Skor Pernyataan														f	n	P(%)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
1.	B-01	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	48	56	85,71
2.	B-02	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	4	52	56	92,86
3.	B-03	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	52	56	92,86
4.	B-04	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	54	56	96,43
5.	B-05	3	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	52	56	92,86
6.	B-06	3	2	4	4	4	4	4	4	2	3	3	3	2	3	45	56	80,36

7.	B-07	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	46	56	82,14
8.	B-08	3	2	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	51	56	91,07
9.	B-09	4	4	4	4	3	3	4	2	4	4	4	4	3	3	50	56	89,29
10.	B-10	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	56	56	100
11.	B-11	3	3	3	3	3	4	3	2	4	3	3	3	3	3	43	56	76,79
12.	B-12	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	53	56	94,64
13.	B-13	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	50	56	89,29
14.	B-14	4	4	4	3	3	4	2	3	4	4	4	4	3	4	50	56	89,29
15.	B-15	3	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	48	56	85,71
16.	B-16	4	4	4	4	3	3	3	4	4	3	3	2	3	3	47	56	83,93
17.	B-17	3	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	51	56	91,07
18.	B-18	3	2	2	3	4	3	4	4	3	3	3	3	3	3	43	56	76,79
19.	B-19	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	51	56	91,07
20.	B-20	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	48	56	85,71
21.	B-21	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	3	3	49	56	87,50
22.	B-22	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	53	56	94,64
23.	B-23	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	53	56	94,64
24.	B-24	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	50	56	89,29
25.	B-25	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	43	56	76,79
26.	B-26	4	4	3	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	47	56	83,93
27.	B-27	4	4	3	2	3	2	4	4	4	4	4	3	3	4	48	56	85,71
28.	B-28	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	54	56	96,43
29.	B-29	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	56	56	100
30.	B-30	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	52	56	92,86
31.	B-31	4	4	4	4	3	4	2	4	4	4	4	4	2	4	51	56	91,07
32.	B-32	3	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	53	56	94,64

33.	B-33	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	3	3	3	49	56	87,50
34.	B-34	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	56	56	100
Total		120	123	123	129	123	122	120	124	127	122	120	118	114	119	1704	1904	3042,86
Rata-rata		3,53	3,62	3,62	3,79	3,62	3,59	3,53	3,65	3,74	3,59	3,53	3,47	3,35	3,50	50,12	56	89,50
<b>P(%)</b>		88,24	90,44	90,44	94,85	90,44	89,71	88,24	91,18	93,38	89,71	88,24	86,76	83,82	87,50	89,50	100	89,50

Berdasarkan kriteria, maka bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter mendapat respons dalam kategori SANGAT BAIK dari peserta didik kelas XI MIPA 5 dengan persentase respons peserta didik sebesar 89,50%.

5. Rincian Hasil Penilaian Respons Peserta Didik terhadap Bahan Ajar Tiap Aspek Pernyataan

a. Aspek Tampilan

Kelas	Persentase Skor Tiap Nomor Pernyataan		<i>f</i>	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
	1	2			
XI MIPA 3	86,43	86,43	172,86	200	86,43
XI MIPA 5	88,24	90,44	178,68	200	89,34
Rata-rata	87,34	88,44	175,77	200	87,88

Berdasarkan kriteria, maka bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter mendapat respons dalam kategori SANGAT BAIK pada aspek tampilan dengan persentase sebesar 87,88%.

b. Aspek Tata Bahasa dan Susunan Kalimat

Kelas	Persentase Skor Tiap Nomor Pernyataan	<i>f</i>	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
	3			
XI MIPA 3	86,43	86,43	100	86,43
XI MIPA 5	90,44	90,44	100	90,44
Rata-rata	88,44	88,44	100	88,44

Berdasarkan kriteria, maka bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter mendapat respons dalam kategori SANGAT BAIK pada aspek tata bahasa dan susunan kalimat dengan persentase sebesar 88,44%.

## c. Aspek Isi

Kelas	Persentase Skor Tiap Nomor Pernyataan					<i>f</i>	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
	4	5	6	7	8			
XI MIPA 3	91,43	90	88,57	86,43	90,71	447,14	500	89,43
XI MIPA 5	94,85	90,44	89,71	88,24	91,18	454,42	500	90,88
Rata-rata	93,14	90,22	89,14	87,34	90,94	450,78	500	90,16

Berdasarkan kriteria, maka bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter mendapat respons dalam kategori SANGAT BAIK pada aspek isi dengan persentase sebesar 90,16%.

## d. Aspek Penggunaan

Kelas	Persentase Skor Tiap Nomor Pernyataan	<i>f</i>	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
	9			
XI MIPA 3	83,57	83,57	100	83,57
XI MIPA 5	93,38	93,38	100	93,38
Rata-rata	88,48	88,48	100	88,48

Berdasarkan kriteria, maka bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter mendapat respons dalam kategori SANGAT BAIK pada aspek penggunaan dengan persentase sebesar 88,48%.

## e. Aspek Fungsi

Kelas	Persentase Skor Tiap Nomor Pernyataan					<i>f</i>	<i>n</i>	<i>P</i> (%)
	10	11	12	13	14			
XI MIPA 3	86,43	86,43	85,71	82,86	88,57	430	500	86
XI MIPA 5	89,71	88,24	86,76	83,82	87,50	436,03	500	87,21
Rata-rata	88,07	87,34	86,24	83,34	88,04	433,02	500	86,60

Berdasarkan kriteria, maka bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter mendapat respons dalam kategori SANGAT BAIK pada aspek fungsi dengan persentase sebesar 86,60%.

## Lampiran 11. Hasil Wawancara dengan Beberapa Peserta Didik

Wawancara dilakukan untuk menggali secara langsung tentang respons peserta didik terhadap bahan ajar fisika berbasis STEM terintegrasi keterampilan abad 21 dan muatan karakter. Responden wawancara dalam penelitian ini adalah 6 peserta didik yang masing-masing terdiri atas 3 peserta didik kelas XI MIPA 3 dan 3 peserta didik kelas XI MIPA 5 SMA Negeri 1 Patikraja. Berikut adalah hasil wawancara dengan keenam peserta didik tersebut.

### 1. Hasil Wawancara Pertama

Berikut adalah percakapan yang terdapat dalam wawancara pertama dengan salah satu peserta didik kelas XI MIPA 3.

- P : “Menurut Dik Istiqomah bahan ajar yang Bapak berikan tadi, apakah sudah menarik atau masih ada yang kurang?”
- S1 : “Iya, kalau menurut saya sudah menarik, Pak.”
- P : “Menurut Dik Istiqomah bagian mana yang paling menarik?”
- S1 : “Menurut saya bagian materi massa jenis dan hukum Pascal, Pak. Karena saya paham materi itu dan ternyata banyak aplikasi di bidang teknologi dari hukum Pascal.”
- P : “Kalau Dik Istiqomah sendiri lebih menyukai bahan ajar cetak atau elektronik?”
- S1 : “Kalau saya lebih suka bahan ajar cetak, Pak.”
- P : “Menurut Dik Istiqomah dari sisi gambar yang terdapat dalam bahan ajar sudah jelas dan mudah dipahami atau belum?”
- S1 : “Sudah jelas, Pak.”
- P : “Kemudian, dari sisi bahasa yang terdapat dalam bahan ajar menurut Dik Istiqomah, apakah mudah dipahami atau belum?”
- S1 : “Kalau bahasa sudah baik, Pak. Cuma selama ini ketika saya belajar fisika lebih tertuju ke rumusnya, Pak.”
- P : “Kemudian, menurut Dik Istiqomah dari sisi materi yang terdapat dalam bahan ajar, apakah sudah sesuai dengan dengan pembahasan materi fluida atau menyimpang?”
- S1 : “Sudah sesuai dengan materi fluida, Pak.”
- P : “Menurut Dik Istiqomah, pada bagian “Rubrik STEM” dalam bahan ajar yang di dalamnya menjelaskan mengenai keterkaitan materi yang sedang dibahas dengan sains, teknologi, engineering, dan matematika, apakah menarik dan memotivasi Adik untuk lebih semangat belajar?”
- S1 : “Menurut saya bagian “Rubrik STEM” menarik, Pak. Masalah motivasi belajar saya semangat jika materinya masih mudah seperti bagian awal, Pak.”



- P : “Kemudian dalam bahan ajar kan juga terdapat kegiatan “Ayo Mengamati!” dan “Ayo Diskusi!”, dimana di dalamnya terdapat bacaan dan soal yang mengarahkan Adik untuk berpikir kritis, kreatif, memiliki keterampilan komunikasi dan kolaborasi. Apakah dengan tipe soal seperti itu, Adik menjadi lebih tertarik dan merasa bersemangat untuk menyelesaikannya?”
- S1 : “Bagian bacaannya yang berisi penerapan teknologi sangat menarik, Pak. Karena banyak pengetahuan baru saya temukan. Namun untuk soalnya saya lebih menyukai soal yang berbentuk diketahui, ditanya, dan jawab.”
- P : “Kemudian dalam bahan ajar kan juga ada beberapa nilai karakter. Apa saja karakter tersebut? Apakah nilai-nilai karakter tersebut membantu Adik dalam meningkatkan karakter dalam diri Adik?”
- S1 : “Peduli sosial, rasa ingin tahu, religius, dan disiplin. Iya, menurut saya membantu, Pak, terutama nilai peduli sosialnya yang menurut saya sangat sesuai untuk saya.”

## 2. Hasil Wawancara Kedua

Berikut adalah percakapan yang terdapat dalam wawancara kedua dengan salah satu peserta didik kelas XI MIPA 3.

- P : “Menurut Dik Gandhi bahan ajar yang Bapak berikan tadi, apakah sudah menarik atau masih ada yang kurang?”
- S2 : “Sudah menarik dan colorful Pak.”
- P : “Menurut Dik Gandhi bagian mana yang paling menarik?”
- S2 : “Menurut saya bagian tugas proyeknya Pak, karena pasti menyenangkan jika dikerjakan bersama teman kelompok dan kita dapat berkreasi dalam tugas itu.”
- P : “Kalau Dik Gandhi sendiri lebih menyukai bahan ajar cetak atau elektronik?”
- S2 : “Bahan ajar cetak Pak, karena kalau bahan ajar elektronik susah untuk dibaca.”
- P : “Menurut Dik Gandhi dari sisi gambar yang terdapat dalam bahan ajar sudah jelas dan mudah dipahami atau belum?”
- S2 : “Sudah Pak, terlebih berwarna jadi lebih mudah diamati.”
- P : “Kemudian, dari sisi bahasa yang terdapat dalam bahan ajar menurut Dik Gandhi apakah mudah dipahami atau belum?”
- S2 : “Bahasanya sudah baik, Pak. Bisa saya pahami.”
- P : “Kemudian, menurut Dik Gandhi dari sisi materi yang terdapat dalam bahan ajar, apakah sudah sesuai dengan dengan pembahasan materi fluida atau menyimpang?”

- S2 : “Sudah sesuai, Pak. Bahkan dalam bahan ajar yang Bapak berikan sangat lengkap.”
- P : “Menurut Dik Gandi, pada bagian “Rubrik STEM” dalam bahan ajar yang di dalamnya menjelaskan mengenai keterkaitan materi yang sedang dibahas dengan sains, teknologi, engineering, dan matematika, apakah menarik dan memotivasi Adik untuk lebih semangat belajar?”
- S2 : “Menurut saya pada bagian “Rubrik STEM” sudah menarik Pak. Karena terdapat penjelasan yang detail dalam menjelaskan suatu teknologi.”
- P : “Kemudian dalam bahan ajar kan juga terdapat kegiatan “Ayo Mengamati!” dan “Ayo Diskusi!”, dimana di dalamnya terdapat bacaan dan soal yang mengarahkan Adik untuk berpikir kritis, kreatif, memiliki keterampilan komunikasi dan kolaborasi. Apakah dengan tipe soal seperti itu, Adik menjadi lebih tertarik dan merasa bersemangat untuk menyelesaikannya?”
- S2 : “Bagian bacaannya yang berisi penerapan materi fluida sudah menarik, Pak. Bagian soalnya juga sudah menarik Pak jika dikerjakan bersama teman melalui diskusi.”
- P : “Kemudian dalam bahan ajar kan juga ada beberapa nilai karakter. Apa saja karakter tersebut? Apakah nilai-nilai karakter tersebut membantu Adik dalam meningkatkan karakter dalam diri Adik?”
- S2 : “Rasa ingin tahu, peduli sosial, disiplin, dan religius. Iya, menurut saya membantu Pak, karena membantu kita melatih rasa ingin tahu.”

### 3. Hasil Wawancara Ketiga

Berikut adalah percakapan yang terdapat dalam wawancara ketiga dengan salah satu peserta didik kelas XI MIPA 3.

- P : “Menurut Dik Nurul bahan ajar yang Bapak berikan tadi, apakah sudah menarik atau masih ada yang kurang?”
- S3 : “Sudah menarik Pak.”
- P : “Menurut Dik Nurul bagian mana yang paling menarik?”
- S3 : “Menurut saya bagian pengenalan tokoh fisiknya (konten “Tokoh Kita”), Pak. Karena biasanya kita hanya tahu rumusnya saja tanpa tahu orangnya, Pak.”
- P : “Kalau Dik Nurul sendiri lebih menyukai bahan ajar cetak atau elektronik?”
- S3 : “Bahan ajar cetak Pak, karena lebih enak untuk dibaca.”
- P : “Menurut Dik Nurul dari sisi gambar yang terdapat dalam bahan ajar sudah jelas dan mudah dipahami atau belum?”
- S3 : “Sudah jelas Pak, namun ada beberapa gambar yang saya kurang paham.”

- P : “Kemudian, dari sisi bahasa yang terdapat dalam bahan ajar menurut Dik Nurul apakah mudah dipahami atau belum?”
- S3 : “Bahasanya sudah baik, Pak. Namun saya kalau belajar fisika fokus ke rumusnya, Pak. Jadi mungkin bisa diberi kotak penjelas pada rumusnya, Pak.”
- P : “Kemudian, menurut Dik Nurul dari sisi materi yang terdapat dalam bahan ajar, apakah sudah sesuai dengan dengan pembahasan materi fluida atau menyimpang?”
- S3 : “Sudah sesuai, Pak.”
- P : “Menurut Dik Nurul, pada bagian “Rubrik STEM” dalam bahan ajar yang di dalamnya menjelaskan mengenai keterkaitan materi yang sedang dibahas dengan sains, teknologi, engineering, dan matematika, apakah menarik dan memotivasi Adik untuk lebih semangat belajar?”
- S3 : “Menurut saya pada bagian “Rubrik STEM” sangat menarik, Pak. Karena dapat menambah wawasan saya.”
- P : “Kemudian dalam bahan ajar kan juga terdapat kegiatan “Ayo Mengamati!” dan “Ayo Diskusi!”, dimana di dalamnya terdapat bacaan dan soal yang mengarahkan Adik untuk berpikir kritis, kreatif, memiliki keterampilan komunikasi dan kolaborasi. Apakah dengan tipe soal seperti itu, Adik menjadi lebih tertarik dan merasa bersemangat untuk menyelesaikannya?”
- S3 : “Iya, Pak menarik dan ingin saya coba kerjakan.”
- P : “Kemudian dalam bahan ajar kan juga ada beberapa nilai karakter. Apa saja karakter tersebut? Apakah nilai-nilai karakter tersebut membantu Adik dalam meningkatkan karakter dalam diri Adik?”
- S3 : “Rasa ingin tahu, disiplin, peduli sosial, dan religius. Menurut saya membantu, Pak, karena dapat meningkatkan kesadaran kita akan pentingnya karakter.”

#### **4. Hasil Wawancara Keempat**

Berikut adalah percakapan yang terdapat dalam wawancara keempat dengan salah satu peserta didik kelas XI MIPA 5.

- P : “Menurut Dik Nenden bahan ajar yang Bapak berikan tadi, apakah sudah menarik atau masih ada yang kurang?”
- S4 : “Sudah menarik, Pak.”
- P : “Menurut Dik Nenden bagian mana yang paling menarik?”
- S4 : “Menurut saya bagian penyajiannya, Pak, yang penuh warna jadi mudah dipahami.”
- P : “Kalau Dik Nenden sendiri lebih menyukai bahan ajar cetak atau elektronik?”

- S4 : “Bahan ajar cetak, Pak. Karena bisa disimpan (tidak mudah tertumpuk file lain pada gawai/laptop) dan lebih efisien untuk dibaca”.
- P : “Menurut Dik Nenden dari sisi gambar yang terdapat dalam bahan ajar sudah jelas dan mudah dipahami atau belum?”
- S4 : “Sudah jelas Pak, banyak keterangan-keterangan gambar yang disajikan di dalamnya.”
- P : “Kemudian, dari sisi bahasa yang terdapat dalam bahan ajar menurut Dik Nenden apakah mudah dipahami atau belum?”
- S4 : “Bahasanya sudah baik, Pak. Namun ada beberapa kata asing yang belum saya tahu, Pak.”
- P : “Kemudian, menurut Dik Nenden dari sisi materi yang terdapat dalam bahan ajar, apakah sudah sesuai dengan dengan pembahasan materi fluida atau menyimpang?”
- S4 : “Sudah sesuai, Pak.”
- P : “Menurut Dik Nenden, pada bagian “Rubrik STEM” dalam bahan ajar yang di dalamnya menjelaskan mengenai keterkaitan materi yang sedang dibahas dengan sains, teknologi, engineering, dan matematika, apakah menarik dan memotivasi Adik untuk lebih semangat belajar?”
- S4 : “Menurut saya menarik, Pak. Karena menambah pengetahuan baru bagi saya, Pak.”
- P : “Kemudian dalam bahan ajar kan juga terdapat kegiatan “Ayo Mengamati!” dan “Ayo Diskusi!”, dimana di dalamnya terdapat bacaan dan soal yang mengarahkan Adik untuk berpikir kritis, kreatif, memiliki keterampilan komunikasi dan kolaborasi. Apakah dengan tipe soal seperti itu, Adik menjadi lebih tertarik dan merasa bersemangat untuk menyelesaikannya?”
- S4 : “Iya, Pak menarik banyak pengetahuan baru yang saya dapat dan akan coba saya kerjakan.”
- P : “Kemudian dalam bahan ajar kan juga ada beberapa nilai karakter. Apa saja karakter tersebut? Apakah nilai-nilai karakter tersebut membantu Adik dalam meningkatkan karakter dalam diri Adik?”
- S4 : “Rasa ingin tahu, disiplin, religius, dan peduli sosial. Menurut saya membantu, Pak, karena penyampaian karakternya dikaitkan dengan materi fluida sehingga membantu dalam memahami materi dan lebih mudah diingat.”

## 5. Hasil Wawancara Kelima

Berikut adalah percakapan yang terdapat dalam wawancara kelima dengan salah satu peserta didik kelas XI MIPA 5.

- P : “Menurut Dik Novi bahan ajar yang Bapak berikan tadi, apakah sudah menarik atau masih ada yang kurang?”
- S5 : “Sudah menarik, Pak.”
- P : “Menurut Dik Novi bagian mana yang paling menarik?”
- S5 : “Menurut saya bagian konten Rubrik STEM-nya, Pak. Karena unik beda dengan buku yang lain.”
- P : “Kalau Dik Novi sendiri lebih menyukai bahan ajar cetak atau elektronik?”
- S5 : “Tergantung, Pak. Kalau lagi malas belajar pake buku cetak kadang saya belajar lewat buku elektronik, Pak.”
- P : “Menurut Dik Novi dari sisi gambar yang terdapat dalam bahan ajar sudah jelas dan mudah dipahami atau belum?”
- S5 : “Sudah jelas dan dapat saya pahami, Pak.”
- P : “Kemudian, dari sisi bahasa yang terdapat dalam bahan ajar menurut Dik Novi apakah mudah dipahami atau belum?”
- S5 : “Bahasanya sudah baik dan dapat saya pahami, Pak.”
- P : “Kemudian, menurut Dik Novi dari sisi materi yang terdapat dalam bahan ajar, apakah sudah sesuai dengan dengan pembahasan materi fluida atau menyimpang?”
- S5 : “Sudah sesuai, Pak.”
- P : “Menurut Dik Novi, pada bagian “Rubrik STEM” dalam bahan ajar yang di dalamnya menjelaskan mengenai keterkaitan materi yang sedang dibahas dengan sains, teknologi, engineering, dan matematika, apakah menarik dan memotivasi Adik untuk lebih semangat belajar?”
- S5 : “Menurut saya pada bagian “Rubrik STEM” sudah menarik, Pak. Karena menyajikan berbagai aplikasi teknologi yang berkaitan dengan fluida.”
- P : “Kemudian dalam bahan ajar kan juga terdapat kegiatan “Ayo Mengamati!” dan “Ayo Diskusi!”, dimana di dalamnya terdapat bacaan dan soal yang mengarahkan Adik untuk berpikir kritis, kreatif, memiliki keterampilan komunikasi dan kolaborasi. Apakah dengan tipe soal seperti itu, Adik menjadi lebih tertarik dan merasa bersemangat untuk menyelesaikannya?”
- S5 : “Iya, menarik, Pak. Namun saya lebih menyukai soal fisika yang langsung menerapkan rumus.”

- P : “Kemudian dalam bahan ajar kan juga ada beberapa nilai karakter. Apa saja karakter tersebut? Apakah nilai-nilai karakter tersebut membantu Adik dalam meningkatkan karakter dalam diri Adik?”
- S5 : “Religius, disiplin, peduli sosial, dan rasa ingin tahu. Menurut saya membantu, Pak, karena karakter seseorang perlu untuk dikembangkan.”

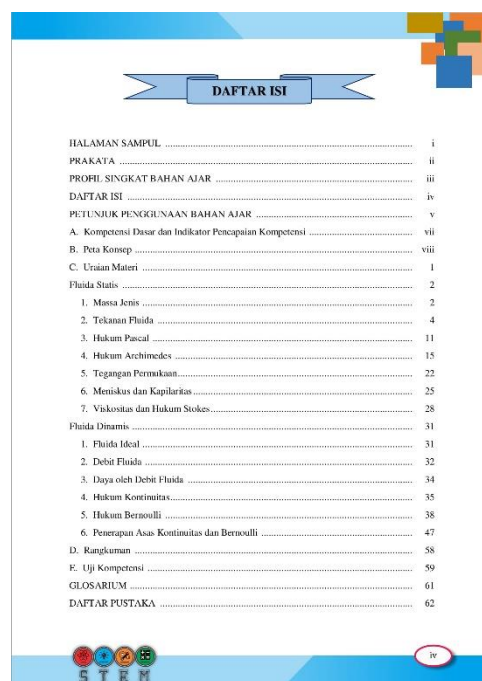
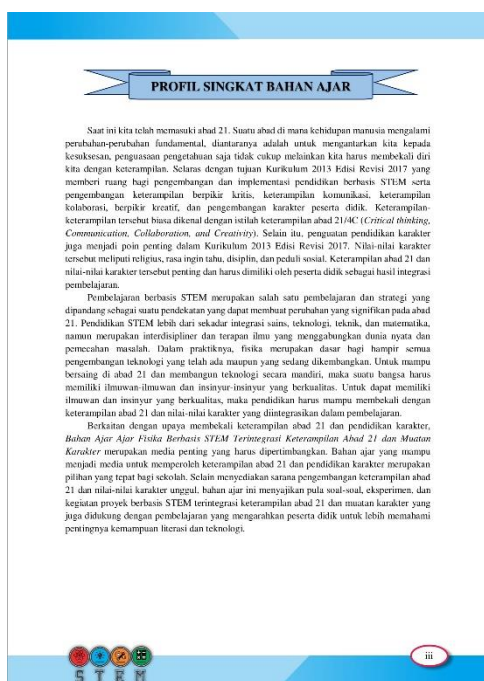
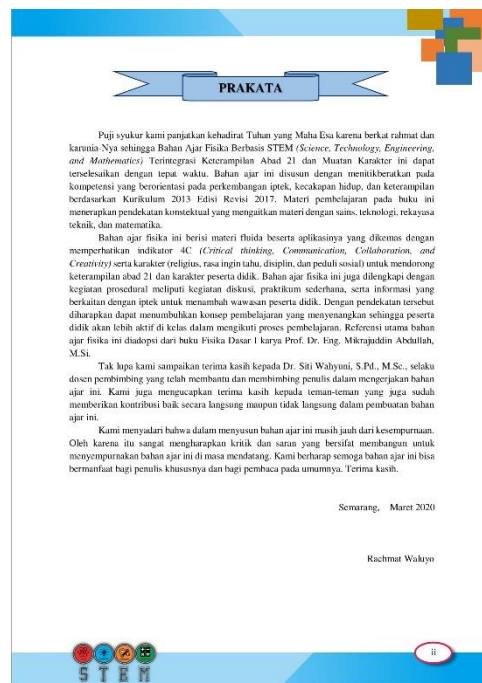
## 6. Hasil Wawancara Keenam

Berikut adalah percakapan yang terdapat dalam wawancara keenam dengan salah satu peserta didik kelas XI MIPA 5.

- P : “Menurut Dik Tegar bahan ajar yang Bapak berikan tadi, apakah sudah menarik atau masih ada yang kurang?”
- S6 : “Sudah menarik dan berwarna, Pak, sehingga lebih nyaman dibaca.”
- P : “Menurut Dik Tegar bagian mana yang paling menarik?”
- S6 : “Menurut saya bagian soal-soal diskusinya, Pak. Karena banyak penerapan fluida yang dapat di diskusikan.”
- P : “Kalau Dik Tegar sendiri lebih menyukai bahan ajar cetak atau elektronik?”
- S6 : “Bahan ajar cetak Pak, karena lebih nyaman untuk dibaca dan lebih nyata.”
- P : “Menurut Dik Tegar dari sisi gambar yang terdapat dalam bahan ajar sudah jelas dan mudah dipahami atau belum?”
- S6 : “Sudah jelas dan mudah dipahami, Pak.”
- P : “Kemudian, dari sisi bahasa yang terdapat dalam bahan ajar menurut Dik Tegar apakah mudah dipahami atau belum?”
- S6 : “Bahasanya juga sudah baik dan bisa saya pahami, Pak.”
- P : “Kemudian, menurut Dik Tegar dari sisi materi yang terdapat dalam bahan ajar, apakah sudah sesuai dengan dengan pembahasan materi fluida atau menyimpang?”
- S6 : “Sudah sesuai, Pak. Judul tiap materinya sama dengan yang saya pelajari waktu semester ganjil.”
- P : “Menurut Dik Tegar, pada bagian “Rubrik STEM” dalam bahan ajar yang di dalamnya menjelaskan mengenai keterkaitan materi yang sedang dibahas dengan sains, teknologi, engineering, dan matematika, apakah menarik dan memotivasi Adik untuk lebih semangat belajar?”
- S6 : “Menurut saya pada bagian “Rubrik STEM” menarik, Pak. Karena dijelaskan dengan sangat lengkap.”

- P : “Kemudian dalam bahan ajar kan juga terdapat kegiatan “Ayo Mengamati!” dan “Ayo Diskusi!”, dimana di dalamnya terdapat bacaan dan soal yang mengarahkan Adik untuk berpikir kritis, kreatif, memiliki keterampilan komunikasi dan kolaborasi. Apakah dengan tipe soal seperti itu, Adik menjadi lebih tertarik dan merasa bersemangat untuk menyelesaikannya?”
- S6 : “Iya, Pak menarik dan akan saya coba kerjakan.”
- P : “Kemudian dalam bahan ajar kan juga ada beberapa nilai karakter. Apa saja karakter tersebut? Apakah nilai-nilai karakter tersebut membantu Adik dalam meningkatkan karakter dalam diri Adik?”
- S6 : “Rasa ingin tahu, religius, peduli sosial, dan disiplin. Menurut saya membantu, Pak, karena memiliki keterkaitan dengan materi sehingga mudah diingat.”

## Lampiran 12. Contoh Produk Bahan Ajar yang Dikembangkan







# Fluida



Fluida merupakan zat yang dapat mengalir dan memberikan sedikit hambatan terhadap perubahan bentuk ketika ditekan. Air, minyak, darah, dan udara merupakan contoh fluida. Maka dari itu, para ahli otomotif berlomba-lomba mendesain mobil agar aerodinamis. Apa tujuan para ahli otomotif tersebut? Dalam kelengkapan sehari-hari, sangat erat kaitannya dengan fluida. Kita minum fluida, menghirup fluida, bahkan berenang dalam fluida. Sering peselancar meluncur ke air laut memanfaatkan ombak yang datang menuju pantai. Apa syarat agar papan terapung saat dinikmati? Saat kita berada di stasiun kereta api terdapat garis kuning tempat berdiri saat menunggu kereta berlari. Garis itu adalah batas terdekat dengan kereta yang diijinkan bagi calon penumpang untuk berdiri. Jika kita berdiri melampaui batas tersebut maka sangat berbahaya. Kita dapat tertarik ke arah kereta yang sedang melintas dan jatuh ke lintasan kereta. Mengapa demikian? Setelah mempelajari fluida kalian dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut.



1

Pada saat SMP kalian telah mempelajari tiga wujud zat, yaitu padat, cair, dan gas. Ternyata wujud zat bukan hanya dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis, melainkan ada wujud zat yang keempat yaitu plasma. Plasma terjadi pada suhu yang sangat tinggi dan terdiri atas atom-atom yang terionisasi. Plasma memiliki sifat-sifat unik, berbeda dengan zat padat, cair, dan gas. Contoh plasma digunakan pada lampu neon, aurora, matahari dan bintang lainnya. Namun, kita tidak akan membahas plasma dalam buku ini.

Pada bab ini kita akan membahas sejumlah sifat yang dimiliki oleh fluida yang diam (fluida statis) dan fluida yang mengalir (fluida dinamis). Sifat tersebut sangat penting dipahami karena memiliki banyak aplikasi dalam kehidupan kita. Para ahli di bidang teknik sipil memanfaatkan pengetahuan mereka mengenai fluida untuk mendesain dam. Ahli penerbangan menggunakan terowongan angin untuk mengamati aliran udara di sekitar. Tabung kalman apa saja sifat-sifat dari fluida dan aplikasi lainnya dalam sehari-hari?

## A. Fluida Statis

Pembahasan fluida dimulai dengan fluida statis atau fluida diam. Untuk menyederhanakan pembahasan dalam bab ini, fluida yang akan dibahas yaitu fluida ideal. Mengapa demikian?

**Ayo, Belajar!**

*Definisi/Balasan:* Fluida statis.

*Kata Kunci:* Fluida statis, tekanan fluida, hukum Pascal, hukum Archimedes, tegangan permukaan, meniskus dan kapilaritas, viskositas dan hukum Stokes.

*Mengapa Berarti?*

Setelah kita mempelajari materi fluida statis, kita dapat memahami konsep tentang fluida statis dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

### 1. Massa Jenis (Densitas)

**Nilai Karakter**

**Religius**

Dalam kitab suci umat Islam (Al Qur'an) pada surat An-Nuur ayat 40, di dalamnya terdapat suatu pernyataan "Atau seperti gelap gulita di lautan yang dalam, yang diliputi oleh ombak, yang dutasnya ombak (pula), dutasnya (lagi) awan ...". Potongan arti surat tersebut mengambarkan perlakuan kita pada pada tahun 2007 lalu, dimana para ilmuwan berhasil menemukan jejak hidup di dasar lautan, yang "terjadi pada pertemuan antara lapisan-lapisan air laut yang memiliki kerapatan atau massa jenis yang berbeda", yang kemudian dinamakan gelombang internal. Hal ini membuktikan bahwa pernyataan dalam Al Qur'an benar-benar disesuaikan dengan fenomena penemuan gelombang internal tersebut. Oleh karena itu, marilah mulai dari sekarang kita coba urutid tidak sekadar membaca dan mendengarkan ajaran-ajaran keislaman, namun juga untuk memahami dan mengamalkannya.



2

**Nilai Karakter**

**Disiplin**

Sabuklah, laksanakanlah kegiatan proyek ini dengan penuh ketekunan dan kedisiplinan! Dengan mengikuti prosedur proyek ini, kalian akan mendapat pemahaman yang lebih dalam mengenai materi ini jika kalian bersungguh-sungguh.

### 4. Hukum Archimedes

Pada sub bab sebelumnya kalian telah mempelajari mengenai tekanan hidrostatik dan penerapannya. Pada sub bab ini, kalian akan mempelajari hukum Archimedes. Sebelum mempelajari lebih lanjut tentang hukum Archimedes, mari lakukan kegiatan berikut.

**Ayo, Mengamati!**

Perhatikan gambar kapal selam pada Gambar 18!

Salah satu teknologi canggih yang memanfaatkan prinsip mengempung, melayang, dan tenggelam adalah teknologi kapal selam. Kapal selam memiliki ruang khusus penumpang air. Jumlah air yang ditampung dapat ditambah dan dikurangi.

**Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini!**

1. Bagaimana cara kerja kapal selam tersebut?
2. Berikan tanggapan kalian terhadap desain kapal selam tersebut!
3. Analisis faktor-faktor apa saja yang menyebabkan kapal selam mampu mengempung, melayang, dan tenggelam!
4. Setelah kalian menjawab pertanyaan di atas, buatlah kesimpulan sesuai dengan jawaban kalian!



Gambar 18. Teknologi kapal selam. (Sumber: <https://www.pusatteknika.com/>)

Pembahasan kalian mengamati bahwa benda yang dicelupkan ke dalam air lebih ringan beratnya dibandingkan dengan di udara? Hal ini dikarenakan zat cair memberikan gaya yang arahnya ke atas. Gaya ke atas itu tergantung pada massa jenis zat cair dan volume benda yang tercelup. Besarnya gaya ke atas itu sama dengan berat zat cair yang dipindahkan oleh benda. Prinsip ini pertama kali dikemukakan oleh Archimedes dan kemudian dikenal sebagai hukum Archimedes:

Setiap benda yang terendam sebagian atau seluruhnya di dalam zat cair akan mendapat gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut.



15

**Ayo, Cobalah!**

**Gaya Archimedes**

**Tujuan**

1. Mengetahui pengaruh volume benda yang tercelup terhadap gaya Archimedes yang bekerja pada benda tersebut.
2. Mengidentifikasi penurunan rumus gaya Archimedes yang bekerja pada benda.

**Alat dan bahan**

1. Neraca pegas
2. Gelas beker
3. Balok berukuran panjang 10 cm, lebar 5 cm, dan tinggi 5 cm.
4. Air secukupnya

**Langkah kerja**

1. Siapkan seluruh alat dan bahan yang dibutuhkan.
2. Isilah gelas beker dengan air minimal setengah bagianya kemudian ukur volumenya ( $V_0$ ).
3. Gantungkan balok pada neraca pegas dan ukur beratnya saat di udara ( $w$ ).
4. Masukkan sebagian volume balok ke dalam gelas beker yang berisi air. Beramann dengan itu, ukurlah volume air ( $V$ ) dan berat balok saat di dalam air ( $W$ ).
5. Tentukan volume balok yang tercelup dengan rumus  $V_T = V - V_0$ .
6. Tentukan gaya Archimedes yang bekerja pada balok dengan rumus  $F_A = w - W$ .
7. Ulangi langkah 3 sampai 6 dengan menvariasikan volume balok yang tercelup, minimal 6 data.

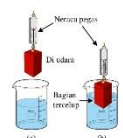
**Hasil Pengamatan**

$V_0 = \text{cm}^3$  dan  $w = \text{N}$

No.	$V$ ( $\text{cm}^3$ )	$W$ (N)	$V_T$ ( $\text{cm}^3$ )	$F_A$ (N)

**Analisis Data**

1. Buatlah grafik hubungan antara volume benda tercelup ( $V_T$ ) terhadap gaya Archimedes ( $F_A$ ).
2. Tentukan kecenderungan bentuk kurva yang diperoleh, kemudian buatlah kesimpulan dari percobaan yang telah kalian lakukan.
3. Buatlah kesimpulan dari percobaan yang telah kalian lakukan.



Gambar 24. Skema percobaan gaya Archimedes. (Sumber: Dokumen pribadi)



19

**Ayo, Berproyek!**

Dari pembahasan sebelumnya, kalian telah mengetahui apa itu dongkrak hidrolik dan prinsip apa yang menjadi dasar pembuatan dongkrak hidrolik. Untuk lebih memahami bagaimana cara kerja dongkrak hidrolik, cobalah membuat *prototype* dongkrak hidrolik sederhana!


**Dongkrak Hidrolik Sederhana**

**Alat dan bahan**

1. Stik es krim 14 batang
2. Spuit (suntikan) 2 buah
3. Selang plastik ± 30 cm
4. Lem kayu
5. Kawat dengan diameter kecil kurang lebih 3 meter
6. Pisau cutter
7. Bambu bekas tusuk sate
8. Kertas kartus bekas

**Langkah-langkah perancangan alat**

1. Masukkan selang pada ujung tabung suntikan, kemudian isilah tabung suntikan dengan air.
2. Lubangi 12 stik es krim di bagian tengah dan kedua ujungnya.
3. Sarkan stik es krim menggunakan kawat membuat suatu persilangan.
4. Hubungkan bagian bawah dari dua buah susunan stik dengan bambu bekas tusuk sate.
5. Ikatkan ujung bambu yang satu pada kertas kartus, sementara ujung bambu lain diikatkan pada ujung suntikan.
6. Tempelkan potongan kartus pada ujung tumpukan stik menggunakan lem.
7. Susun dan pasangkan semua bagian alat yang telah dibuat seperti pada Gambar 17.



**Gambar 17** Desain dongkrak hidrolik sederhana. (Sumber: <https://www.pinterest.com>)

Buatlah *prototype* dongkrak hidrolik sesuai dengan petunjuk di atas secara berkelompok, kemudian presentasikanlah di depan kelas! Kesimpulan apakah yang dapat kalian ambil dari kegiatan tersebut? Kegiatan Ayo Berproyek perlu dipresentasikan di depan kelas. Kalian dapat menggunakan media presentasi *Microsoft Power Point*. Saat menggunakannya, sebaiknya kalian tampilkan info gratis dan hasil diskusi. Gunakan juga *hyperlink* dan animasi supaya tampilan presentasi kalian lebih menarik.

**STEM**

**Rubrik STEM**

**Infus**

Pernakah kalian melihat infus? Infus biasanya ditemukan di rumah sakit. Orang yang kekurangan cairan harus diinfus untuk mengembalikan cairan tubuhnya. Beberapa obat dimasukkan dalam tubuh melalui infus sehingga bisa segera diserap sel-sel tubuh. Botol infus diletakkan agak tinggi dan dihubungkan dengan selang serta jarum yang dimasukkan ke dalam pembuluh darah. Dengan demikian, cairan infus bisa langsung masuk ke dalam aliran darah. Agar cairan infus bisa masuk ke dalam pembuluh darah maka tekanan yang dimiliki cairan infus harus lebih tinggi daripada tekanan darah. Ini dilakukan dengan meninggikan posisi botol infus (Gambar 25). (T)



**Gambar 25** Skenario infus. (Sumber: <https://pin.iglesia.com>)

Tekanan cairan infus sama dengan tekanan atmosfer ditambah tekanan hidrostatik akibat ketinggian botol infus. Tekanan atmosfer adalah 76 cmHg. Maka tekanan hidrostatik cairan infus adalah (S)

$$p = \rho_0 g h$$

Misalkan massa jenis cairan infus sama dengan massa jenis air maka

$$p = 1.000 \times 9,8 \times h = 9.800h$$

Jika tekanan tersebut dinyatakan dalam cmHg maka

$$p = (9.800/13.600 \times 9,8)h = 0,074h$$

dengan  $h$  dalam cm. Misalkan tinggi botol infus adalah 1 meter = 100 cm, maka tekanan hidrostatik cairan infus adalah  $p = 0,074 \times 100 = 7,4$  cmHg. (M)

Dengan demikian, tekanan total cairan infus adalah 76 cmHg + 7,4 cmHg = 83,4 cmHg. Tekanan darah normal manusia adalah 80 cmHg – 120 cmHg. Dengan tekanan cairan infus 83,4 cmHg maka cairan infus dapat masuk ke dalam darah saat tekanan darah dibawah 83,4 cmHg. Saat tekanan darah tepat sama dengan tekanan cairan infus, maka cairan infus berhenti masuk ke dalam darah. Untuk pasien yang memiliki tekanan darah tinggi posisi botol infus harus lebih tinggi sehingga tekanan total yang dihasilkan lebih tinggi daripada tekanan darah pasien. (E)

**Nilai Karakter**

**Religius dan Peduli Sosial**

Sahabat, kegiatan kerja bakti merupakan salah satu bentuk kegiatan positif yang dapat mempererat tali silaturahmi antar warga. Contohnya saja kerja bakti membersihkan selokan di lingkungan sekitar. Dalam membersihkan selokan, kemungkinan akan tinggi rendahnya selokan perlu diperhatikan. Hal ini dikarenakan secara alami, air selalu mengalir dari tempat tinggi ke tempat rendah. Peninggian selokan dalam kondisi berair tak hanya bisa memperkeras aliran air laju sehingga air tidak tergenang atau bahkan banjir, tapi juga efektif dalam membasmi nyamuk, ditambah pula kalian dan warga sekitar akan terbebas dari aroma tak sedap.

**STEM**

**Contoh Soal**

**Contoh 4**

Seorang anak bermassa 56 kg sedang berenang dalam kolam renang. Anak tersebut merasa tubuhnya menjadi lebih ringan. Pada saat dalam air anak tersebut menggelayut di teraca dan terbacca massa tubuh anak tersebut menunjukkan angka 32 kg. Berapakah gaya angkat Archimedes pada tubuh anak tersebut? Berapa volume tubuh anak tersebut yang tercelup dalam air saat penimbangan? (massa jenis air 1.000 kg/m<sup>3</sup>)

**Penyelesaian**

Berat tubuh anak tersebut saat di luar kolam renang adalah  $w_1 = m_1 g = 56 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 560 \text{ N}$ . Berat tubuh anak tersebut saat penimbangan dalam air adalah  $w_2 = m_2 g = 32 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 320 \text{ N}$ . Perbedaan berat ini disebabkan oleh adanya gaya angkat Archimedes. Jadi gaya angkat Archimedes adalah

$$F_A = w_1 - w_2 = 560 \text{ N} - 320 \text{ N} = 240 \text{ N} = 240 \text{ kg m/s}^2$$

Jumlah air yang dipindahkan tubuh sama dengan volume bagian tubuh yang tercelup. Gaya angkat Archimedes sama dengan berat air yang dipindahkan, atau  $F_A = m_a g = \rho_a V_a g$  dengan  $V_a$  adalah volume bagian tubuh yang tercelup. Jadi

$$V_a = \frac{F_A}{\rho_a g} = \frac{240 \text{ kg m/s}^2}{1.000 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m/s}^2} = 0,024 \text{ m}^3 = 0,024 \times 10^6 \text{ cm}^3 = 24 \times 10^3 \text{ cm}^3$$

**Ayo, Diskusi!**

**Terusan Panama**

Terusan Panama merupakan terusan yang melewati Negara Panama, Amerika Tengah, yang menghubungkan Samudra Atlantik dan Samudra Pasifik. Terusan Panama berfungsi untuk mempersingkat pelayaran kapal dengan menggali terusan di bagian sempit Benua Amerika, yang menghubungkan Samudra Pasifik dengan Laut Karibia di Samudra Atlantik. Panjang terusan ini mencapai 80 kilometer. Terusan Panama berada di pegunungan tinggi dan berbatu. Hingga saat ini para ahli belum sanggup membangun semacam sungai yang menghubungkan dua samudra tersebut.



**Gambar 26** Terusan Panama yang terdiri dari kolam-kolam besar. (Sumber: <https://bharatnews.com>)

**STEM**

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2} (10^3 \text{ kg/m}^3) (0,4 \text{ m/s}^2)^2 \left[ \frac{0,01 \pi \text{ m}^2}{25 \pi \times 10^{-6} \text{ m}^2} - 1 \right]$$

$$p_1 - p_2 = \frac{1}{2} (10^3 \text{ kg/m}^3) (0,16 \text{ m}^2/\text{s}^2) [16 - 1]$$

$$p_1 - p_2 = 1.200 \text{ kg m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$$

**Ayo, Diskusi!**

**Karburator dan Injektor**

Karburator adalah alat pencampur bahan bakar dan udara. Pencampuran tersebut bertujuan untuk mempermudah pembakaran pada silinder mesin. Cara kerja dari karburator adalah sebagai berikut. Perhatikan Gambar 29 penampang bagian atas pipa venturi menyempit sehingga udara yang bergerak pada bagian tersebut mempunyai kelajuan yang tinggi dan berakibat tekanan pada bagian tersebut rendah. Tekanan dalam tangki bensin sama dengan tekanan atmosfer. Adanya tekanan atmosfer menyebabkan bahan bakar tersedot keluar sehingga bahan bakar bercampur dengan udara sebelum memasuki silinder mesin. Sembaran bahan bakar cair yang bercampur dengan udara menghasilkan gas yang disebut *mixture* dan bersifat mudah terbakar. Gas *mixture* inilah yang dibakar sehingga memiliki tekanan yang tinggi dan menekan piston. Demikian seterusnya sehingga roda akan bergerak seiring dengan gerakan naik turun piston tersebut.

Namun, saat ini penggunaan karburator sudah mulai digantikan dengan teknologi injeksi. Teknologi injeksi memiliki komponen penting yang disebut injektor. Secara sederhana, karburator dan injektor mirip dengan alat semprot yang berisi bahan bakar. Pada karburator memanfaatkan tekanan atmosfer, sedangkan pada injektor dibuat dengan pompa elektronik untuk mengotot daya kap dan springnya. Teknologi injeksi terbukti lebih irit bahan bakar dan memunculkan emisi gas buang sehingga lebih ramah lingkungan.

**Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini!**

1. Berdasarkan penjelasan di atas, bagaimanakah Hukum Bernoulli diterapkan?
2. Analisis bagaimana pompa elektronik pada teknologi injeksi mampu lebih menghemat bahan bakar dan memunculkan emisi gas buang dari pada karburator?
3. Kesimpulan apakah yang dapat kalian ambil dari bacaan di atas?

**STEM**

3. Tabung Pitot

Tabung pitot atau pipa pitot digunakan untuk mengukur kelajuan dan tekanan gas. Skema pipa pitot ditunjukkan pada Gambar 60. Gas (udara) dengan massa jenis  $\rho$  mengalir melalui pipa di titik a yang sejajar dengan arah aliran gas sehingga kelajuan gas di titik a sama dengan kelajuan aliran di luar lubang,  $v_a = v$ .

Tabung pitot dilengkapi dengan manometer berisi fluida dengan massa jenis  $\rho'$ . Lubang kolom kanan manometer tegak lurus terhadap aliran sehingga kelajuan gas di titik b sama dengan nol ( $v_b = 0$ ). Apabila  $p_a$  adalah tekanan di titik a dan  $p_b$  adalah tekanan di titik b, maka persamaan Bernoulli menjadi

$$p_a + \frac{1}{2} \rho v_a^2 = p_b + \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

Karena  $v_b = 0$  dan  $v_a = v$ . Akibatnya,

$$p_b - p_a = \frac{1}{2} \rho v^2 \quad (43)$$

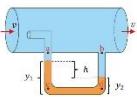
Beda tekanan antara a dan b sama dengan tekanan hidrostatik zat cair manometer dengan ketinggian  $h$ . Sehingga,

$$p_b - p_a = \rho' g h \quad (44)$$

Substitusi Persamaan (43) ke Persamaan (44) diperoleh

$$v = \sqrt{\frac{2 \rho' g h}{\rho}} \quad (45)$$

dengan  $v$ : kelajuan gas yang diukur (m/s),  $\rho$ : massa jenis gas (kg/m<sup>3</sup>),  $\rho'$ : massa jenis gas pengisi manometer (kg/m<sup>3</sup>),  $g$ : percepatan gravitasi bumi (m/s<sup>2</sup>), dan  $h$ : perbedaan tinggi kolom udara pada manometer (m).



Gambar 60. Skema lubang pitot. (Sumber: Dikotonesia.com)

Tokoh Kita

**Henri Pitot (1695-1771)** adalah seorang insinyur hidrolik Prancis dan penemu tabung pitot. Pada tahun 1724, Pitot memenangkan pemilihan untuk *Academy of Sciences*. Ia menjadi tertarik pada masalah aliran air di sungai dan kanal serta merumuskan banyak teori kontemporer. Ia merancang tabung dengan pembukaan menghadap aliran, yang menyediakan pengukuran yang mudah dan cukup akurat dari kecepatan aliran.



Gambar 61. Henri Pitot. (Sumber: <https://www.grofulibskippers.com/>)



Maka gaya neto ke atas yang dilakukan udara pada sayap pesawat adalah

$$\Delta F = F_1 - F_2 = (p_1 - p_2)A$$

$$\Delta F = \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)A \quad (46)$$

dengan  $F_1$ : gaya ke atas ( $N$ ),  $F_2$ : gaya ke bawah ( $N$ ),  $\rho$ : massa jenis udara (kg/m<sup>3</sup>),  $v_1$ : kelajuan udara di sisi bawah sayap pesawat (m/s),  $v_2$ : kelajuan udara di sisi atas sayap pesawat (m/s),  $A$ : luas penampang sayap pesawat (m<sup>2</sup>).

Nilai Karakter

Religius

Sahabat, setelah mempelajari gaya angkat pesawat. Tahukah kalian, bahwa ternyata pada zaman dulu, sebelum ilmu pengetahuan atau penelitian modern menjelaskan hukum Bernoulli, kitab suci umat Islam (Al Qur'an) yang diturunkan sekitar 14 abad lalu telah mengungkapkan terkait prinsip Bernoulli tersebut ketika menceritakan Nabi Sulaiman, "Dan telah Kami tundukkan untuk Sulaiman angin yang sangat kencang tiupannya yang berhembus dengan peringatannya ke negeri yang telah Kami memberkanya. Dan adalah Kami Maha Mengetahui segala sesuatu." Surat Al-Ambiy ayat 81.

Tokoh Kita

**Prof. Dr. Ing. H. Bacharuddin Jusuf Habibie, FRIEng (1936-2019)** adalah Presiden Republik Indonesia yang ketiga. Dimasa kecil Habibie telah menunjukkan kecedwaan dan semangat tinggi pada ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya fisika. Hingga memasuki usia 40 tahun, karir Habibie sudah sangat cemerlang, terutama dalam desain dan konstruksi pesawat terbang. Beberapa noman terangnya dikenal dalam dunia pesawat terbang seperti "Habibie Falcon", "Habibie Thunder", dan "Habibie Merbau". Pada tahun 1976, Lembaga Industri Pesawat Terbang Nusantara (LIPNUR) yang dipimpin Nurtanio dan kawan-kawan berubah nama menjadi Industri Pesawat Terbang Nusantara (IPTN) yang dipimpin oleh Habibie.



Gambar 64. B. J. Habibie. (Sumber: <https://id.bbc.com/news>)

Sejak kepemimpinannya, Habibie mengembangkan sejumlah teknologi dan kerja sama dengan negara lain dalam membuat sejumlah pesawat terbang, seperti CN235 (diproduksi mulai tahun 1983), N250, dan N2130. Industri pesawat terbang yang pertama dan satu-satunya di Asia Tenggara ini kemudian berganti nama menjadi Industri Pesawat Terbang Nusantara (IPTN) pada 11 Oktober 1985.



Rangkuman

- Massa jenis (densitas) merupakan salah satu sifat fisis zat yang menyatakan perbandingan massa zat dengan volume zat tersebut. Secara matematis dinyatakan dengan persamaan:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- Fluida merupakan zat yang dapat mengalir dan menghasilkan tekanan yang tegak lurus terhadap permukaannya. Secara matematis tekanan dinyatakan dengan persamaan:

$$p = \frac{F}{A}$$

- Tekanan hidrostatik  $p$  pada kedalaman  $h$  dalam fluida bermassa jenis  $\rho$  dapat dihitung dengan menggunakan persamaan  $p = p_0 + \rho g h$ , dengan  $p_0$  adalah tekanan udara luar dan  $g$  adalah percepatan gravitasi bumi.

- Hukum utama hidrostatik menyatakan bahwa titik-titik dalam fluida yang memiliki kedalaman sama selalu memiliki tekanan yang sama.

- Hukum Pascal menyatakan bahwa tekanan yang diberikan pada fluida yang berada pada ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah secara merata (sama besar). Secara matematis dinyatakan dengan persamaan:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

- Hukum Archimedes menyatakan bahwa jika sebuah benda sebagian atau seluruhnya dicelupkan ke dalam fluida bermassa jenis  $\rho_f$ , benda itu akan mengalami gaya apung ( $F_a$ ) sebesar fluida yang didesaknya. Secara matematis dinyatakan dengan persamaan:

$$F_a = \rho_f g V$$

- Tegangan permukaan zat cair adalah kecenderungan permukaan zat cair untuk meregang sehingga permukaannya seperti ditutupi oleh suatu lapisan elastis.

- Kapilaritas adalah peristiwa naik/turunnya permukaan zat cair dalam pipa kapiler.

- Viskositas adalah suatu ukuran hambatan dari fluida yang mengalir.

- Fluida ideal merupakan fluida yang tidak kental, tidak terkompresi, alirannya tunak, dan stasioner.

- Pada fluida dinamis berlaku:

- a. Asas kontinuitas yang menyatakan bahwa laju aliran volume fluida selalu tetap. Secara matematis dinyatakan dengan persamaan:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

- b. Hukum Bernoulli merupakan bentuk penerapan prinsip konservasi energi mekanik pada aliran fluida ideal, yang menghasilkan persamaan Bernoulli:

$$p_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$



Uji Kompetensi

1. Palang Sunda adalah palang yang terletak di timur laut Sumatera Hindia dengan panjang 2.600 kilometer dan kedalaman palang maksimum 7.725 meter. Palang ini merupakan palang terdalam kedua di Sumatera Hindia setelah palang Diamantina. Jika massa jenis air laut adalah 1.029 kg/m<sup>3</sup>, berapa tekanan hidrostatik di dasar palang Sunda? (Anggap massa jenis air laut konstan).
2. Sebuah pompa yang dipasang pada sistem hidrolik mampu menghasilkan tekanan 1.380 atm. Pompa ini dihubungkan dengan oli ke piston yang memiliki luas penampang 2.027 cm<sup>2</sup>. Berapa beban maksimum yang dapat diangkat piston hidrolik tersebut?
3. Kapal Selam USS Michigan merupakan kapal selam militer Amerika Serikat. Kapal tersebut dapat menyelam hingga kedalaman 1.300 meter di bawah permukaan laut. Saat selam bodi kapal masuk ke dalam air maka jumlah air yang dipindahkan adalah 18.750 ton. Berapakah gaya angkat Archimedes yang dialami kapal?
4. Jelaskan yang dimaksud dengan aliran laminar, aliran turbulen, dan aliran transisi!
5. Air tejaan setinggi 10 m dengan debit 12 m<sup>3</sup>/s dimanfaatkan untuk memutar generator listrik mikro. Jika 10% energi air berubah menjadi energi listrik, berapakah daya keluaran generator listrik tersebut?
6. Andi mengisi bahan bakar kendaraannya di SPBU. Untuk mengisi bahan bakar sebanyak 2 liter dibutuhkan waktu selama 1 menit. Tentukan laju keluarnya bahan bakar dari selang yang digunakan jika selang berdiameter 3 cm!
7. Seorang dapat mengalami tekanan darah tinggi atau hipertensi akibat penyempitan pembuluh darah. Sebaliknya, ketika seseorang mengalami pelebaran pembuluh darah, maka orang tersebut dapat mengalami tekanan darah rendah atau hipotensi. Apa yang dapat kalian simpulkan dari peristiwa tersebut? Teori apakah yang dapat menjelaskan peristiwa tersebut?
8. Titi sedang memegang dua lembar kertas yang terpisah beberapa cm satu sama lain. Kemudian Titi meniup daerah di antara kedua kertas tersebut. Menurutmu bagaimana kertas akan bergerak, saling menjauh atau saling mendekat satu sama lain? Jelaskan!
9. Ketika kita mandi dengan menggunakan shower dan air dari shower memancar deras, tirai yang terbuat dari plastik akan tertarik ke arah dalam (ke arah kita). Mengapa demikian?
10. Suatu hari bak silinder setinggi 2 m yang berisi penuh air mengalami kebocoran. Ternyata lubang kebocoran berada di bagian samping bak yang berjarak 120 cm dari permukaan air dalam bak tersebut. Tentukan besar kecepatan keluarnya air dari bak dan banyaknya air yang keluar tiap menit jika diameter lubang sebesar 2 cm!
11. Mengapa aliran air yang mengalir dari keran semakin menyempit ketika jatuh?
12. Sebuah penyempit nyamuk didesain agar dapat menyumbat zat cair (obat) dalam suatu wadah (tandon) yaitu ketika ada domongan udara, zat cair dapat terangkat. Dasar teknologi ini menggunakan prinsip hukum Bernoulli.
  - a. Jelaskan bagaimana zat cair dapat terangkat dan menyembur ke luar!
  - b. Jika diameter pipa A dan pipa B berturut-turut adalah 5 cm dan 5 mm, dan pada saat penyempit mendong udara ( $\rho_u = 1,2 \text{ kg/m}^3$ ) menghasilkan kecepatan 1 m/s di pipa A, berapakah perbedaan tekanan yang dihasilkan antara pipa A dan B?



### Glosarium

#### Barometer

alat yang digunakan untuk mengukur tekanan udara.

#### Densitas

salah satu sifat fisis zat yang menyatakan perbandingan massa zat dengan volume zat tersebut.

#### Kapilaritas

peristiwa naik turunnya permukaan zat cair dalam pipa kapiler (penubuh sempit).

#### Karburator

sebuah alat yang mencampur udara dan bahan bakar untuk sebuah mesin pembakaran dalam.

#### Lem fibrin

suatu bahan yang digunakan dalam operasi yang memiliki kemampuan untuk menutup luka.

#### Meniskus

sifat kelengkungan suatu zat cair di dalam pipa kapiler.

#### Pompa hidram

pompa air yang bekerja menggunakan tekanan hidrolik air.

#### Tabung Pitot

alat yang digunakan untuk mengukur laju fluida.

#### Tegangan permukaan

sifat zat cair yang menjadikannya berperilaku seolah-olah permukaannya terselimuti di dalam suatu kulit elastis.

#### Tekanan atmosfer

tekanan pada suatu titik dekat dengan permukaan bumi yang disebabkan oleh berat udara di atas titik tersebut.

#### Tekanan hidrostatis

tekanan yang ditimbulkan oleh zat cair diam.

#### Viskositas

ukuran hambatan aliran yang ditimbulkan yang ditimbulkan fluida bila fluida tersebut mengalami tegangan geser.



### Daftar Pustaka

- Abdullah, M. (2016). *Fisika Dasar 1*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Abdullah, M. (2018). *Berfisika Adalah Bermajinasi*. Tersedia di [https://drive.google.com/file/d/1cAXYnKc8MEvxyCwhjSS6GcpF-KvDv9w78cjdJwAR2N8\\_PdLzARUKRq5FluQ38ay7H1U0pa1G8PHdL0KmsDv76Fuc5DmKDM/view](https://drive.google.com/file/d/1cAXYnKc8MEvxyCwhjSS6GcpF-KvDv9w78cjdJwAR2N8_PdLzARUKRq5FluQ38ay7H1U0pa1G8PHdL0KmsDv76Fuc5DmKDM/view) [diakses 10-03-2020].
- Giancoli, D. C. (2014). *Physics: Principles with Applications Volume 1*. New York: Prentice-Hall International.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2010). *Fisika Dasar Edisi 7 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Indrajit, D. (2009). *Mudah dan Aktif Belajar Fisika*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.
- Ruwanto, B. (2017). *Fisika 2 SMA Kelas XI*. Jakarta: Yudhistira.
- Tipler, P. A. (1998). *Fisika untuk Sains dan Teknik Edisi 3*. Jakarta: Erlangga.
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2002). *Fisika Universitas Edisi Kesebelas Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.



## Lampiran 13. Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
 UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
 Gedung D12, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229  
 Telepon +6224 8508112, 8508005. Faksimile +6224 8508005  
 Laman: <http://mipa.unnes.ac.id>, surel: [mipa@mail.unnes.ac.id](mailto:mipa@mail.unnes.ac.id)

Nomor : B/3770/UN37.1.4/LT/2020  
 Hal : Izin Penelitian

10 April 2020

Yth. Kepala Kesbangpol Kabupaten Banyumas  
 Banyumas

Dengan hormat, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini:

Nama : Rachmat Waluyo  
 NIM : 4201416038  
 Program Studi : Pendidikan Fisika, S1  
 Semester : Genap  
 Tahun akademik : 2019/2020  
 Judul : Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Terintegrasi Keterampilan Abad 21 dan Muatan Karakter

Kami mohon yang bersangkutan diberikan izin untuk melaksanakan penelitian skripsi di perusahaan atau instansi yang Saudara pimpin, dengan alokasi waktu 20 April s.d 8 Mei 2020.

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami mengucapkan terima kasih.



Tembusan:  
 Dekan FMIPA;  
 Universitas Negeri Semarang





**PEMERINTAH KABUPATEN BANYUMAS  
BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN, PENELITIAN  
DAN PENGEMBANGAN DAERAH  
( B A P P E D A L I T B A N G )**

Jln. Prof. Dr. Soeharso No. 45 Purwokerto Kode Pos 53114  
Telp. (0281) 832648, 832116 Faksimile (0281) 840716

**SURAT IZIN PENELITIAN**

Nomor : 070.1/ 00414/ IV / 2020

- I. Membaca : 1. Surat dari Bidang Akademik Fakultas Matematika dan IPA UNNES nomor : B/3770/UN37.1.4/LT/2020, Tanggal: 10 April 2020, Perihal: Permohonan Ijin Penelitian;  
2. Surat Rekomendasi Penelitian Kepala Kantor Kesbangpol Kabupaten Banyumas nomor : 070.1/438/IV/2020, Tanggal: 21 April 2020
- II. Menimbang : Bahwa kebijaksanaan mengenai sesuatu kegiatan ilmiah dan pengabdian kepada masyarakat perlu dibantu pelaksanaannya.
- III. Memberikan Izin kepada :
1. Nama : RACHMAT WALUYO
  2. Alamat : RT. 004/001 Desa Pegalongan Kecamatan Patikraja
  3. Pekerjaan : Mahasiswa
  4. Judul Penelitian : PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA BERBASIS STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING AND MATHEMATICS) TERINTEGRASI KETERAMPILAN ABAD 21 DAN MUATAN KARAKTER;
  5. Bidang : Pendidikan
  6. Lokasi Penelitian : SMA Negeri 1 Patikraja
  7. Lama Berlaku : 3 bulan (30 April 2020 s/d 30 Juli 2020)
  8. Penanggung Jawab : Dr. Masrukan, M.Si
  9. Pengikut : 1
- IV. Untuk melaksanakan kegiatan ilmiah dan pengabdian kepada masyarakat di wilayah Kabupaten Banyumas dengan ketentuan sebagai berikut :
- a. Pelaksanaan kegiatan dimaksud tidak dilaksanakan untuk tujuan lain yang dapat berakibat melakukan tindakan pelanggaran terhadap peraturan perundang-undangan yang berlaku.
  - b. Sebelum melaksanakan kegiatan dimaksud, terlebih dahulu melaporkan kepada wilayah setempat..
  - c. Mentaati segala ketentuan dan peraturan-peraturan yang berlaku juga petunjuk-petunjuk dari pejabat pemerintah yang berwenang.
  - d. Apabila masa berlaku Surat Izin Penelitian sudah berakhir, sedangkan pelaksanaan kegiatan belum selesai, perpanjangan waktu harus diajukan kepada instansi pemohon.
  - e. Setelah selesai pelaksanaan kegiatan dimaksud menyerahkan hasilnya kepada Bappedalitbang Kabupaten Banyumas Up. Bidang Perencanaan, Pengendalian dan Litbang pada Bappedalitbang Kabupaten Banyumas.

DIKELUARKAN DI : PURWOKERTO  
PADA TANGGAL : 30 April 2020

An. KEPALA BAPPEDALITBANG KABUPATEN BANYUMAS

Kepala Bidang Penelitian dan Pengembangan  
Ud. Kasubid Sosial, Ekonomi dan Pemerintahan

  
**ATIK MUNGGIARTI, S.Si. MT.**  
 Penata  
 NIP. 19741127 200501 2 004

TEMBUSAN disampaikan kepada Yth. :

1. Bupati Banyumas (sebagai laporan)
2. Bidang Akademik Fakultas Matematika dan IPA UNNES
3. Kepala DPMPSTP Kabupaten Banyumas;
4. Kepala Dinas Pendidikan Kabupaten Banyumas;
5. Kepala SMA Negeri 01 Patikraja Kabupaten Banyumas;
6. Kepala Badan Kesatuan Bangsa dan Politik Kabupaten Banyumas;
7. Arsip (Bidang Litbang pada Bappedalitbang).



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
Gedung D12, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229  
Telepon +6224 8508112, 8508005, Faksimile +6224 8508005  
Laman: <http://mipa.unnes.ac.id>, surel: [mipa@mail.unnes.ac.id](mailto:mipa@mail.unnes.ac.id)

Nomor : B/3768/UN37.1.4/LT/2020  
Hal : Izin Penelitian

10 April 2020

Yth. Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah X  
Jl. Gatot Subroto No. 67 Purwokerto

Dengan hormat, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini:

Nama : Rachmat Waluyo  
NIM : 4201416038  
Program Studi : Pendidikan Fisika, S1  
Semester : Genap  
Tahun akademik : 2019/2020  
Judul : Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Terintegrasi Keterampilan Abad 21 dan Muatan Karakter

Kami mohon yang bersangkutan diberikan izin untuk melaksanakan penelitian skripsi di perusahaan atau instansi yang Saudara pimpin, dengan alokasi waktu 20 April s.d 8 Mei 2020.

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami mengucapkan terima kasih.



Tembusan:  
Dekan FMIPA;  
Universitas Negeri Semarang



Nomor Agenda Surat 344 092 977 6

Sistem Informasi Surat Dinas - UNNES (2020-04-13 9:45:16)





**PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH**  
**DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**CABANG DINAS PENDIDIKAN WILAYAH X**

Jalan Gatot Subroto Nomor 67 Purwokerto, Telp (0281) 6510228 Kode Pos 53115  
 Surat Elektronik : cd.10@pdjkjateng.go.id

**SURAT IZIN**

Nomor : 423/00513

**TENTANG**  
**Kegiatan Penelitian**

Dasar : Surat Wakil Dekan Bidang Akademik Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang Nomor : B/3768/UN37.1.4/LT/2020 Tanggal 10 April 2020, Hal Ijin Penelitian, dengan ini Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah X Dinas Pendidikan dan Kebudayaan Provinsi Jawa Tengah :

**MEMBERI IZIN**

Kepada :  
 Nama : RACHMAT WALUYO  
 NIM : 4201416038  
 Jurusan : Pendidikan Fisika  
 Semester : Genap  
 Tahun Akademik : 2019/2020  
 Untuk : Melaksanakan Kegiatan pengumpulan data dalam rangka penyusunan skripsi dengan judul "Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Terintegrasi Keterampilan Abad 21 dan Muatan Karakter".  
 Lokasi : SMAN 1 Patikraja  
 Tanggal Riset : 20 April 2020 – 8 Mei 2020  
 Penanggung Jawab : Drs. Masrukan, M.Si

dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Mematuhi segala ketentuan dan aturan yang berlaku;
2. Bertanggung jawab mutlak terhadap seluruh rangkaian dan akibat yang akan timbul dari kegiatan yang dimaksud;
3. Tidak mengganggu proses kegiatan belajar mengajar di lingkungan sekolah.

Dikeluarkan di : Purwokerto

Pada tanggal : 8 Mei 2020

a.n Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah X  
 Dinas Pendidikan dan Kebudayaan  
 Kepala Sub Bagian Tata Usaha



Tembusan :

Kepala Cabang Dinas Pendidikan Wilayah X (sebagai laporan)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
 UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
 Gedung D12, Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229  
 Telepon +6224 8508112, 8508005, Faksimile +6224 8508005  
 Laman: <http://mipa.unnes.ac.id>, surel: [mipa@mail.unnes.ac.id](mailto:mipa@mail.unnes.ac.id)

Nomor : B/3769/UN37.1.4/LT/2020  
 Hal : Izin Penelitian

10 April 2020

Yth. Kepala SMA Negeri 1 Patikraja  
 Jl. Adipura No. 3, Patikraja, Banyumas

Dengan hormat, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini:

Nama : Rachmat Waluyo  
 NIM : 4201416038  
 Program Studi : Pendidikan Fisika. S1  
 Semester : Genap  
 Tahun akademik : 2019/2020  
 Judul : Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Terintegrasi Keterampilan Abad 21 dan Muatan Karakter

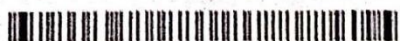
Kami mohon yang bersangkutan diberikan izin untuk melaksanakan penelitian skripsi di perusahaan atau instansi yang Saudara pimpin, dengan alokasi waktu 20 April s.d 8 Mei 2020.

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami mengucapkan terima kasih.



Dr. Masrukan, M.Si.  
 NIP 196604191991021001R

Tembusan:  
 Dekan FMIPA;  
 Universitas Negeri Semarang





PEMERINTAH PROVINSI JAWA TENGAH  
DINAS PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
**SEKOLAH MENENGAH ATAS NEGERI 1 PATIKRAJA**  
Jalan Adipura 3 Patikraja, Banyumas KodePos 53171 Telepon 0281 – 6844576  
Faksimile 0281-6844577 Surat Elektronik [man.raja\\_banyumas@yahoo.com](mailto:man.raja_banyumas@yahoo.com)

## SURAT KETERANGAN

Nomor : 070 / 046 / 2020

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Nastiti Rahayu, M.Pd.**  
NIP : 19691116 199702 2 004  
Pangkat/ Golongan : Pembina / IV a  
Jabatan : Kepala SMA Negeri 1 Patikraja

Dengan ini menerangkan bahwa :

Nama : Rachmat Waluyo  
NIM : 4201416038  
Tahun Akademik : 2019 / 2020  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam / Fisika  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Semarang  
Alamat : Pegalongan RT 04 RW 01 Kecamatan Patikraja Kab. Banyumas  
Judul Skripsi : Pengembangan Bahan Ajar Fisika Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Terintegrasi Keterampilan Abad 21 dan muatan karakter.

benar-benar melakukan penelitian di SMA Negeri 1 Patikraja Kab. Banyumas pada tanggal : 20 April 2020 sampai dengan 8 Mei 2020.

Demikian surat keterangan ini di buat, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Patikraja, 19 Mei 2020  
Kepala SMA Negeri 1 Patikraja,  
  
**Nastiti Rahayu, M.Pd.**  
NIP. 19691116 199702 2 004

