



**KEEFEKTIFAN PANDUAN PRAKTIKUM BERBANTUAN
KARTUN TERHADAP PENINGKATAN KETERAMPILAN
PROSES SAINS SISWA**

Skripsi
disusun sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Fisika

oleh
Eka Nurhidayah
4201415036

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2020**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini, saya

nama : Eka Nurhidayah

NIM : 4201415036

program studi : Pendidikan Fisika S1

menyatakan bahwa skripsi “Keefektifan Panduan Praktikum Berbantuan Kartun terhadap Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa” ini benar-benar dibuat oleh penulis, tidak dengan menjiplak ataupun mengutip dari karya orang lain secara ilegal. Apabila di kemudian hari terdapat bukti adanya plagiat dalam skripsi ini, maka penulis bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, Februari 2020



Eka Nurhidayah

NIM 4201415036

PENGESAHAN

Skripsi berjudul *Keefektifan Panduan Praktikum Berbantuan Kartun terhadap Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa* yang disusun oleh Eka Nurhidayah (4201415036) ini telah dipertahankan dalam Ujian Skripsi Universitas Negeri Semarang pada tanggal 4 Februari 2020 dan disahkan oleh panitia ujian.

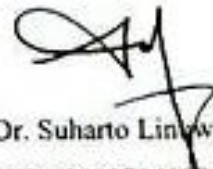
Semarang, Februari 2020

Panitia



Dr. Suhanto, M.Si.
NIP 196102191993031001

Sekretaris,



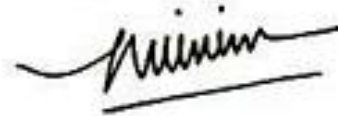
Dr. Suharto Linuwih, M.Si.
NIP 196807141996031005

Penguji I,



Dr. Bambang Subali, M.Pd.
NIP 197512272005011001

Penguji II,



Prof. Dr. Putut Marwoto, M.S.
NIP 196308211988031004

Pembimbing/Anggota Penguji,



Fianti, S.Si., M.Sc., Ph.D. Eng.
NIP 197901212005012002

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- Hidup adalah pertarungan, dimana kau akan kalah jika menyerah.
- Seseorang yang akan menjadi pemenang adalah ia yang paling sabar selama pertarungan (Umar bin Khattab *r.a.*)
- ... Allah *Ta'ala* berfirman: Aku sesuai persangkaan hamba-Ku... (H.R. Bukhari)
- Berbuat baiklah dimanapun kau berada, berbuat baiklah selama kau masih bisa.

PERSEMBAHAN

Karya ini ingin penulis persembahkan untuk:

1. bapak dan ibu;
2. para bapak dan ibu guru;
3. seluruh kerabat, saudara, dan teman saya; serta
4. para pembaca sekalian.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, hidayah, kasih, dan sayang-Nya. Sehingga, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Keefektifan Panduan Praktikum Berbantuan Kartun terhadap Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Semarang.

Penyusunan skripsi ini, tentunya tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari banyak pihak. Oleh karena itu, terima kasih ingin penulis ucapkan kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Sugianto, M.Si.; dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, yang telah memberi izin pelaksanaan penelitian.
3. Dr. Suharto Linuwih, M.Si.; ketua Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.
4. Fianti, S.Si., M.Sc., Ph.D. Eng.; dosen pembimbing yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, saran, dan pengarahan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi.
5. Dosen wali dan seluruh dosen Jurusan Fisika Universitas Negeri Semarang, serta para guru yang telah mendidik, mengajar, dan memberikan ilmu kepada penulis.
6. Kepala SMA Negeri 1 Ambarawa yang telah memberikan izin penelitian.
7. Caecilia Erna Widyaningsih, S. Pd.; guru Fisika SMA NEGERI 1 AMBARAWA selaku guru pembimbing dalam proses penelitian yang telah dilaksanakan.
8. Seluruh siswa kelas XI MIPA 4 dan XI MIPA 5 SMA NEGERI 1 AMBARAWA tahun ajaran 2018/2019 yang telah berpartisipasi sebagai subjek penelitian.

9. Sahabat-sahabat yang telah bersedia kebersamai penulis, menjadi rekan diskusi, bertukar pikiran, mendoakan, memberikan bantuan, memberikan banyak masukan dan menjaga nyala api semangat yang penulis miliki.

Penulis berharap semoga skripsi berjudul “Keefektifan Panduan Praktikum Berbantuan Kartun terhadap Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa” ini dapat memberi manfaat dan menjadi salah satu sebab datangnya rahmat Allah bagi penulis secara pribadi, juga untuk lembaga, masyarakat, dan para pembaca sekalian.

Semarang, Februari 2020

Penulis

ABSTRAK

Nurhidayah, E. 2020. *Keefektifan Panduan Praktikum Berbantuan Kartun terhadap Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa*. Skripsi, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Pembimbing : Fianti, S. Si., M. Si., Ph.D. Eng.

Kata kunci : panduan praktikum, kartun, keterampilan proses sains (KPS), respons siswa.

Salah satu media pembelajaran yang biasa digunakan untuk membantu kegiatan praktikum adalah panduan praktikum. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan panduan praktikum berbantuan kartun, mendeskripsikan kelayakan dan karakteristiknya, serta untuk mengetahui keefektifan dan tingkat keefektifan produk terhadap peningkatan keterampilan proses sains siswa. Penelitian ini menggunakan metode *R&D*; pengujian produk menggunakan tipe *Posttest Only - Control Group Design*, yang dilakukan pada siswa kelas XI MIPA 4 dan XI MIPA 5 SMA Negeri 1 Ambarawa. Hasil penelitian ini adalah: panduan praktikum berbantuan kartun yang dikembangkan dalam penelitian ini dinyatakan sangat layak oleh para validator dengan indeks kelayakan 81,818% dalam aspek isi; 85,000% dalam aspek penyajian; 82,000% dalam aspek bahasa; dan 87,143% dalam aspek grafis. Produk ini termasuk modul praktikum yang baik, sesuai dengan “Prinsip Visuals”, disusun secara runtut untuk membimbing siswa melaksanakan kegiatan praktikum dan mengembangkan KPS, serta dilengkapi dengan beberapa fitur pendukung yang sesuai. Karakter kartun bersama aspek visual lain ditujukan untuk menambah motivasi, memberi contoh gambaran visual, memperjelas dan memudahkan siswa memahami maksud kalimat, serta mengarahkan fokus pembaca. Indeks respons siswa terhadap penerapan panduan praktikum berbantuan kartun adalah 65,516%, termasuk kategori baik. Produk ini mampu membuat siswa senang dan tertarik untuk melakukan kegiatan praktikum. Panduan praktikum berbantuan kartun efektif terhadap peningkatan keterampilan mengukur dan berkomunikasi karena nilai indeks keterampilan mengukur yang dimiliki kelompok eksperimen (100,000%) lebih tinggi dari kelompok kendali (94,444%) dengan *effect size* 0,000 dan nilai rerata indeks keterampilan berkomunikasi yang dimiliki kelompok eksperimen (82,441%) lebih tinggi dari kelompok kendali (69,474%) dengan *effect size* 0,983. Sementara itu, produk ini kurang efektif terhadap peningkatan keterampilan mencatat data, menafsirkan data, dan membuat kesimpulan karena nilai indeks keterampilan mencatat data yang dimiliki kelompok eksperimen (94,417%) sama baiknya dengan kelompok kendali (93,500%) dengan *effect size* 0,071; nilai indeks keterampilan menafsirkan data yang dimiliki kelompok eksperimen (33,333%) sama buruknya dengan kelompok kendali (33,333%) dengan *effect size* 0,000; dan nilai indeks keterampilan membuat kesimpulan yang dimiliki kelompok eksperimen (77,778%) lebih rendah dari kelompok kendali (99,111%) dengan *effect size* -1,870. Jadi, dapat disimpulkan bahwa panduan praktikum berbantuan kartun telah dikembangkan dengan baik dan efektif terhadap peningkatan sebagian KPS siswa.

ABSTRACT

Nurhidayah, E. 2020. *The Effectiveness of The Cartoon Assisted Practicum Guidelines toward The Enhancement of Students' Science Process Skills*. Thesis, Department of Physics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Semarang. Supervisor: Fianti, S. Si., M. Si., Ph.D. Eng.

Keywords: practicum guidelines, cartoons, science process skills (SPS), students' responses.

One of the learning media commonly used to help practicum activities is a practicum guidelines. This research aims to develop a cartoon-assisted practical guideline, describe its feasibility and characteristics, also to determine the effectiveness and effectiveness-degree of the product toward the enhancement of students' science process skills. This research uses the *R&D* method; the product is tested by the *Posttest Only - Control Group Design* type, which is conducted on students of class XI MIPA 4 and XI MIPA 5 in SMA Negeri 1 Ambarawa. The results of this study are: the cartoon-assisted practicum guideline that developed in this study is declared as very feasible by the validators with a feasibility index of 81.818% in the aspect of content, 85.00% in the presentation aspect, 82.000% in the language aspect, and 87.143% in the graphic aspect. This product is a good practicum module, in accordance with the "Visuals Principle", coherently arranged to guide students to carry out practicum activities and develop SPS, and is equipped with several appropriate supporting features. A cartoon characters (along with a pictures, an illustrations, and a schemas that inserted in the product) are intended to increase motivation, give a visual explanation, clarify and make it easier for students to understand the meaning of sentences, also to direct the focus of the readers. The index of students' responses to the application of the cartoon-assisted practicum guideline is 65.516%, good in categories. This product is able to make students happy and interested to do a practicum activities. The cartoon-assisted practical guideline is effective to enhance the measuring and communicating skills because the index score of the experimental group (100.000%) is higher than the control group (94.444%) with an effect size of 0.000 and average value the communication skills index of the experimental group (82.444%) is higher than the control group (69.474%) with an effect size of 0.983. Meanwhile, this product is ineffective to enhance the skills of recording data, interpreting data, and making conclusions because the value of the skill index of recording data owned by the experimental group (94.417%) is as good as the control group (93.500%) with the effect size 0.071, the index value of interpreting skills in the data of the experimental group (33.333%) is as bad as the control group (33.333%) with an effect size of 0.000, and the index value of the conclusion making skills of the experimental group (77.778%) is lower than the control group (99.111%) with an effect size of -1.870. So, it can be concluded that the cartoon-assisted practicum guideline has been well-developed and partially effective toward the enhancement of the students' SPS.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Penegasan Istilah	5
1.6 Kerangka Laporan Skripsi	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Praktikum dalam Pembelajaran Fisika	8
2.2 Panduan Praktikum	11
2.3 Keterampilan Proses Sains	14
2.4 Alat-Alat Optik	15
2.5 Kerangka Berpikir Penelitian	30
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis dan Desain Penelitian	32
3.2 Prosedur Penelitian	32
3.3 Variabel Penelitian	34
3.4 Hipotesis Penelitian	35

3.5	Lokasi dan Subjek Penelitian	35
3.6	Instrumen Penelitian	36
3.7	Teknik Pengumpulan Data	37
3.8	Teknik Analisis Data	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil	45
4.2	Pembahasan	59
BAB V PENUTUP		
5.1	Simpulan	68
5.2	Saran	69
DAFTAR RUJUKAN		70
LAMPIRAN - LAMPIRAN		78

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Perjanjian tanda untuk menggunakan rumus umum cermin lengkung	19
2.2 Perjanjian tanda dalam pemantulan dan pembiasan (Sears & Zemansky, 1959).....	19
2.3 Perjanjian tanda untuk jari-jari r	26
3.1 Skala <i>Likert</i> uji kelayakan produk	37
3.2 Skala <i>Likert</i> respons terhadap penggunaan produk	37
3.3 Klasifikasi koefisien korelasi validitas	39
3.4 Klasifikasi koefisien korelasi reliabilitas	40
3.5 Klasifikasi tingkat kesukaran	41
3.6 Klasifikasi indeks daya pembeda	42
3.7 Kriteria tingkat kelayakan	43
3.8 Kriteria indeks (%) I	43
3.9 Klasifikasi <i>Effect Size</i>	44
4.1 Kode soal	45
4.2 Pengelompokan soal setelah uji skala kecil	46
4.3 Hasil uji kelayakan produk	51
4.4 <i>Panduan Praktikum</i> sebelum vs sesudah revisi	52
4.5 Perbandingan laporan praktikum lensa tipis	54
4.6 Perbandingan kedua kelompok uji selama kegiatan praktikum lensa tipis di laboratorium fisika-kimia SMA Negeri 1 Ambarawa	55
4.7 Hasil analisis indikator keterampilan proses sains siswa	57
4.8 <i>Effect size</i> keterampilan proses sains siswa	57
4.9 Perbandingan indikator tambahan kedua kelompok uji	58
4.10 Indikator tambahan kelompok eksperimen	58
4.11 Indikator respons terhadap penerapan produk	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Pemantulan cahaya secara (a) teratur dan (b) baur	17
2.2 Skema pemantulan cahaya pada cermin datar	17
2.3 Penampang lintang cermin lengkung (a) cemin cembung, (b) cermin cekung	18
2.4 Skema arah rambat sinar dari medium kurang rapat ke medium lebih rapat	20
2.5 Skema arah rambat sinar dari medium lebih rapat ke medium kurang rapat	20
2.6 Skema pemantulan sempurna	21
2.7 Skema penampang melintang arah rambat sinar yang melewati (a) lensa cembung dan (b) lensa cekung	24
2.8 Tiga sinar istimewa (a) lensa cembung dan (b) lensa cekung	24
2.9 Skema arah rambat cahaya melewati lensa tipis (penampang melintang)	25
2.10 Anatomi mata manusia	27
2.11 Skema dasar kamera	27
2.12 Lup	28
2.13 Bagian-bagian mikroskop	28
2.14 Skema teropong pantul	29
2.15 Bagan yang menunjukkan kerangka berpikir penelitian	31
3.1 Alur <i>4D</i> yang digunakan dalam penelitian	33
3.2 Populasi dan sampel penelitian	35
4.1 Draf produk berisi teks dan gambar dasar	49
4.2 Sampul dasar (kiri) dan sampul yang telah direvisi (kanan)	49
4.3 Karakter kartun (a) siswa baru, (b) siswa senior, (c) guru Fisika, (d) asisten praktikum, dan (e) pengurus laboratorium	51
4.4 Tampilan produk pada halaman akhir fitur “Tugas Pendahuluan” dalam <i>file</i> awal (kiri) dan <i>file</i> hasil revisi (kanan)	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Keterangan telah Melaksanakan Penelitian.....	79
2. Silabus Pembelajaran Bab Alat-Alat Optik	80
3. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	82
4. Daftar Responden	90
5. Lembar Evaluasi Produk.....	91
6. Bagian dari buku “Panduan Percobaan” Karya Barus & Imam	104
7. Sketsa Dasar Panduan Praktikum Berbantuan Kartun	106
8. Lembar Angket Respons terhadap Penggunaan Produk.....	107
9. Lembar Validasi Butir Soal	117
10. Kisi-Kisi Soal Evaluasi	125
11. Daftar Soal Evaluasi	130
12. Daftar Kunci Soal Evaluasi	140
13. Rubrik Skor Jawaban Soal Evaluasi	149
14. Rubrik Penilaian Kegiatan Praktikum Lensa Tipis	152
15. Rubrik Penilaian Laporan Praktikum Lensa Tipis	153
16. Contoh Jawaban Uji Skala Kecil	156
17. Hasil Analisis Uji Skala Kecil	164
18. Data Hasil Evaluasi Produk	168
19. Data Hasil Angket Respons terhadap Produk	169
20. Data Prestasi Pra-Penelitian (Seluruh Responden)	175
21. Contoh Jawaban <i>Pre-Test</i> Praktikum	176
22. Data <i>Pre-Test</i> Praktikum (Seluruh Responden)	179
23. Data Tugas Pendahuluan (Kelompok Eksperimen)	180
24. Contoh Laporan Praktikum Siswa	184
25. Skor Keterampilan Proses Sains (Kelompok Kendali)	198
26. Skor Keterampilan Proses Sains (Kelompok Eksperimen)	199
27. Hasil Komparasi Keterampilan Proses Sains (Seluruh Responden)	200
28. Contoh Tangkapan Layar Rekaman Video Praktikum	207
29. Panduan Praktikum	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Secara umum, pendidikan terbagi menjadi dua jenis, yaitu pendidikan formal dan pendidikan non-formal. Pendidikan dengan menghadiri kelas di sekolah adalah salah satu contoh pendidikan formal yang paling umum di Indonesia. Fisika merupakan salah satu mata pelajaran yang diajarkan pada siswa. Giancoli (1998) menerangkan bahwa Fisika merupakan bagian dari ilmu sains yang mempelajari alam semesta beserta gejalanya dalam lingkup ruang dan waktu. Pembelajaran fisika, pada dasarnya meliputi pengajaran konsep, nilai, proses, sikap, dan aplikasi (Rizkianawati, 2015). Karakteristik pembelajaran fisika adalah mendidik siswa agar mereka mampu bertindak dan berpikir kritis, analitis, teliti, logis/rasional, dan sistematis; serta menanamkan kebiasaan berpikir dan berperilaku ilmiah secara kritis, kreatif, dan mandiri (Indonesia, 2009). Keterampilan proses sains merupakan sekumpulan keterampilan yang terdiri atas (1) kemampuan untuk membuat pertanyaan-pertanyaan operasional (dapat diuji), (2) mengajukan hipotesis, (3) merancang suatu percobaan, (4) menganalisa data, (5) membuat kesimpulan berdasarkan bukti/fakta, dan (6) menyampaikan hasil penyelidikan yang telah dilaksanakan (Kramer *et. al.*, 2018). Dari penjelasan ini, dapat dikatakan bahwa keterampilan proses sains sudah sewajarnya menjadi bagian dari pembelajaran Fisika.

Pada era digital saat ini, siswa hidup dikelilingi oleh peralatan elektronik, membuat keefektifan metode belajar “*chalk and talk*” menjadi semakin berkurang (Becker *et al.*, 2006). Perubahan ini memicu pergeseran peran pendidik yang awalnya sebagai figur sumber ilmu utama menjadi seorang *fasilitator*, dengan lebih banyak tuntutan dalam menciptakan lingkungan belajar yang kondusif. Terkait masalah ini, Zhang (2012) mengutarakan bahwa pembelajaran harus jelas (untuk membuat siswa memiliki pemahaman tunggal dan menyeluruh), sesuai (dipersiapkan dan disusun secara baik, metodenya beragam dan fleksibel, serta sesuai kenyataan yang dialami/dipahami siswa), dan mendukung perkembangan siswa (membuat pembelajaran dapat

menginspirasi—menarik siswa untuk belajar, berpikir, berdiskusi, bekerja kelompok dan memberi tanggapan). Sayangnya, hingga saat ini kemampuan sains masyarakat Indonesia masih tergolong rendah. Untuk menggambarkan kondisi pembelajaran di sekolah, Adisendjaja & Romlah (2009) menyatakan bahwa pembelajaran sains (Fisika, Kimia, dan Biologi) banyak ditekankan pada konsep-konsep, prinsip-prinsip, dan hukum-hukum sains; hal ini terjadi karena baik guru maupun siswa lebih mengejar materi sebagai persiapan Ujian Nasional hingga mengabaikan proses sains yang jauh lebih penting.

Melihat data statistik dunia, Indonesia masih menempati peringkat rendah dalam kemampuan sains. Menurut data terbaru dalam *Programme for International Student Assessment (PISA)* dan *Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)* periode 2015, Indonesia termasuk negara dengan peringkat sepuluh terbawah dalam kemampuan sains dan matematika (NCES, 2016; OECD, 2016). PISA merupakan program skala internasional yang dilakukan setiap tiga tahun dan pada periode 2018 kemarin, kemampuan siswa Indonesia mengalami penurunan skor; baik dalam kemampuan membaca, matematika, maupun sains; walaupun, perhitungan statistik menunjukkan bahwa Indonesia termasuk dalam 47 wilayah uji yang tidak mengalami perubahan prestasi (OECD, 2019). Sejak tahun 2000, siswa Indonesia masih berada pada level dua dalam kecakapan sains. Pada level dua, siswa mampu mengenali penjelasan yang benar terkait fenomena ilmiah (yang umum terjadi), menggunakan pengetahuan tersebut untuk mengidentifikasi kasus sederhana, menentukan validitas dari suatu kesimpulan berdasarkan data yang ada. Selain menunjukkan bahwa sekitar 40% siswa Indonesia belum mampu mencapai kemampuan minimal dalam bidang sains, dengan hasil PISA 2018 juga terlihat tingginya kesenjangan/jarak/gap mutu pendidikan antarwilayah di Indonesia (Kompas, 2019). Jadi, dapat disimpulkan bahwa akademisi Indonesia masih harus melakukan banyak perbaikan dan pengembangan diri, baik dalam hasil maupun dalam metode pembelajaran yang digunakan.

Kemampuan sains siswa dapat dikembangkan jika selama pembelajaran berlangsung, siswa dibimbing untuk mengembangkan keterampilan proses sains mereka (Rizkianawati, 2015). Kegiatan praktikum merupakan salah satu tugas terstruktur yang tidak hanya dapat melatih keterampilan proses sains siswa; tetapi

juga mampu membangun pemahaman dan verifikasi kebenaran konsep, menumbuhkan efektifitas belajar, melatih keterampilan kerja sama, melatih keterampilan psikomotor, melatih keterampilan menyelesaikan masalah, dan melatih kemampuan inkuiri ilmiah (Sutrisno, 2006; Fons, 2008; Adisendjaja & Romlah, 2009; Nurfatimah, 2017).

Panduan praktikum merupakan salah satu media visual yang umumnya digunakan untuk membantu siswa dalam melaksanakan kegiatan praktikum (Cropley, 2001). Panduan praktikum yang sudah ada, sebagian besar beredar di kalangan guru dan mahasiswa, berupa penjelasan tertulis mengenai konsep yang menjadi dasar kegiatan praktikum disertai beberapa skema sederhana. Cropley (2001) juga menjabarkan bahwa detail prosedur panduan praktikum seringkali membatasi siswa untuk berpikir kritis dan kreatif, menyebabkan berkurangnya apresiasi dan antusiasme siswa selama kegiatan praktikum. Padahal, apresiasi dan antusiasme siswa berpengaruh besar terhadap kelancaran proses belajar siswa (Annafi, 2016). Dengan kata lain, Cropley setuju jika panduan praktikum seharusnya dibuat lebih menarik, untuk menjaga apresiasi dan antusiasme siswa.

Panduan praktikum termasuk media pembelajaran visual, media yang mengandalkan indera penglihatan. Menurut Sadiman (2009) media pembelajaran terbagi menjadi beberapa jenis, tapi pada penerapannya seringkali suatu media pembelajaran merupakan gabungan dari dua media pembelajaran atau lebih. Jadi, buku panduan praktikum yang menarik dapat dibuat dengan menggabungkan modul praktikum dengan media visual lain. Media visual identik dengan teks dan gambar. Sesuai dengan pepatah lama yang mengatakan "*a picture is worth a thousand words*", Sadiman (2009) juga menyatakan bahwa penggunaan gambar atau foto yang realistis lebih menunjukkan pokok masalah dibandingkan dengan media verbal semata. Kartun merupakan salah satu media visual yang banyak digunakan sebagai pilihan alternatif atau media pendukung dalam metode pembelajaran konvensional (Becker *et al.*, 2006; O'Day, 2007). Kartun telah diadopsi untuk meningkatkan pembelajaran bioteknologi (Heyden, 2004; McClean *et al.*, 2005; O'Day, 2006), psikologi (Eaton & Uskul, 2004; Brown & Logan, 2006), ekonomi (Hall, 2005; Becker *et al.*, 2006; Klein

& Bauman, 2010; Luccasen & Thomas, 2010), fisika (Halpern, 2007), dan sains analitis (Larive, 2008). Pembelajaran dengan bantuan kartun dapat menambah keberanian siswa untuk berpartisipasi dalam diskusi kelas (Ostrom, 2004), membantu memperbaiki miskonsepsi (Keogh & Naylor, 1999; Kabapinar, 2005; Akamca *et al.*, 2009), juga meningkatkan efektifitas dan motivasi belajar siswa (Connor, 2009).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang, penelitian ini dilakukan untuk menyelesaikan masalah berikut:

- (1) Bagaimana mengembangkan panduan praktikum berbantuan kartun yang berkarakteristik dan valid untuk siswa SMA/MA?
- (2) Bagaimana keefektifan dan tingkat keefektifan panduan praktikum berbantuan kartun terhadap peningkatan keterampilan proses sains siswa?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan untuk mencapai tujuan berikut:

- (1) Mengembangkan panduan praktikum berbantuan kartun untuk siswa SMA/MA, kemudian mendeskripsikan karakteristik dan kelayakan produk ini.
- (2) Menjelaskan keefektifan dan tingkat keefektifan panduan praktikum berbantuan kartun terhadap peningkatan keterampilan proses sains siswa.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk:

- (1) Menambah sumber referensi/literasi tentang keterampilan proses sains dan kegiatan praktikum dalam pembelajaran Fisika.
- (2) Menambah sumber referensi dalam memilih metode untuk pembelajaran Fisika selanjutnya.
- (3) Panduan praktikum berbantuan kartun, yang merupakan salah satu hasil penelitian ini, dapat menambah keragaman media (visual) pembelajaran sains di Indonesia.

1.5 Penegasan Istilah

1.5.1 Keefektifan

Keefektifan berasal dari kata dasar efektif. Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (*online*), yang terakhir dimutakhirkan pada bulan Oktober 2018, kata efektif merupakan kata benda yang berarti keadaan berpengaruh, hal berkesan; kemanjuran, kemujaraban (tentang obat); keberhasilan (tentang usaha, tindakan), kemangkusan. Keefektifan dalam penelitian ini merujuk pada tingkat keberhasilan dari panduan praktikum berbantuan kartun yang telah dikembangkan, ditinjau dari peningkatan keterampilan proses sains siswa.

1.5.2 Panduan Praktikum

Seperti sebutannya, buku panduan praktikum merupakan sebuah modul khusus yang ditujukan untuk membantu pelaksanaan, menambah nilai efektif dan efisiensi, kegiatan praktikum (LKPP, 2015). Secara umum, panduan praktikum tersusun atas: (1) tujuan pelaksanaan praktikum, (2) alat dan bahan praktikum, (3) prosedur pelaksanaan praktikum, dan (4) format atau pertanyaan analisis hasil pengamatan. Ada juga panduan praktikum yang dilengkapi pengetahuan umum pelaksanaan praktikum, dasar teori pelaksanaan praktikum, dan format laporan praktikum. Materi inti dalam panduan praktikum yang dikembangkan bertujuan untuk membantu kegiatan praktikum pembiasaan pada lensa tipis. Panduan ini dapat diterapkan pada Bab Alat-Alat Optik, yang diajarkan untuk siswa kelas XI MIPA semester genap, dengan Kompetensi Dasar sebagai berikut:

- | | |
|------|---|
| 3.11 | Menganalisis cara kerja alat optik dengan sifat pemantulan dan pembiasan cahaya oleh cermin dan lensa |
| 4.11 | Menyajikan laporan hasil praktikum tentang optika |

1.5.3 Kartun

Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (*online*), kartun merupakan gambar dengan penampilan yang lucu, berkaitan dengan keadaan yang sedang berlaku. Kartun yang dimaksud adalah serangkaian gambar yang memiliki alur, untuk membantu menyampaikan informasi secara jelas, runtut, dan menyenangkan.

1.5.4 Panduan Praktikum Berbantuan Kartun

Menurut KBBI (*online*), kata bantuan dapat diartikan sebagai pertolongan maupun sokongan. Tujuan pengembangan panduan praktikum ini adalah untuk meningkatkan keterampilan proses sains siswa. Kartun-kartun yang disisipkan digunakan untuk membantu membangun nuansa interaktif; memberi kesan/penekanan khusus pada beberapa informasi penting, agar informasi pembelajaran tersebut lebih mudah dipahami dan diingat; serta menambah motivasi pada siswa untuk tetap belajar.

1.5.5 Keterampilan Proses Sains

Keterampilan proses sains yang dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu keterampilan dasar dan keterampilan terintegrasi. Keterampilan dasar (*basic skill*) meliputi (1) melakukan observasi, (2) mengukur, (3) mencatat data, (4) mengumpulkan data, (5) mengelompokkan data, dan (6) berkomunikasi. Sementara itu, keterampilan terpadu (*integrated skill*) dimulai dari identifikasi variabel sampai dengan eksperimen, yang merupakan tahap paling kompleks, meliputi (7) merumuskan hipotesis, (8) membuat definisi operasional, (9) mengendalikan variabel, (10) menafsirkan data, dan (11) membuat kesimpulan (Dimiyati & Moedjiono, 2002; Adisendjaja & Romlah, 2009). Keterampilan proses sains yang ingin dinilai dari responden penelitian ini diperoleh dari kegiatan praktikum dan terfokus pada kemampuan: (1) merumuskan hipotesis, (2) mengukur, (3) mencatat data, (4) menafsirkan data, (5) membuat kesimpulan, dan (6) berkomunikasi. Keterampilan proses sains ini dinilai dengan bantuan rekaman video dan lembar observasi kegiatan praktikum, serta standar penilaian tugas dan laporan.

1.6 Kerangka Laporan Skripsi

Skripsi ini ditulis dalam tiga bagian, yaitu (1) prawacana (bagian awal), (2) nas (bagian pokok), dan (3) koda (bagian akhir). Berikut penjelasan rinci dari bagian-bagian tersebut.

- (1) Bagian awal tersusun atas: sampul, halaman berlogo UNNES, halaman judul, pernyataan keaslian skripsi, halaman pengesahan, motto dan persembahan,

abstrak (dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris), prakata, daftar isi, daftar tabel, daftar bagan, daftar gambar, dan daftar lampiran.

(2) Bagian pokok terdiri atas lima bab, yaitu:

- Bab I Pendahuluan
Berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, penegasan istilah, dan kerangka laporan skripsi.
- Bab II Tinjauan Pustaka
Berisi tinjauan hasil-hasil penelitian dan landasan teori yang mendukung penelitian, yang dikelompokkan dalam beberapa bahasan berikut: (1) praktikum dalam pembelajaran fisika, (2) panduan praktikum, (3) keterampilan proses sains, dan (4) alat-alat optik. Bab ini juga berisi kerangka berpikir penelitian.
- Bab III Metode Penelitian
Menyajikan informasi mengenai jenis dan desain penelitian, prosedur penelitian, variabel penelitian, hipotesis penelitian, lokasi dan subjek penelitian, instrumen penelitian, teknik pengumpulan data, dan teknik analisis data.
- Bab IV Hasil dan Pembahasan
Menyajikan hasil-hasil dari: (1) awal penelitian, (2) pengembangan modul praktikum, (3) penerapan panduan praktikum berbantuan kartun terhadap keterampilan proses sains siswa, dan (4) respons siswa terhadap penerapan panduan tersebut. Pembahasan dilakukan dengan menafsirkan hasil serta menghubungkannya dengan ilmu ataupun hasil penelitian yang telah dilakukan sebelum selesainya penelitian ini.
- Bab V Penutup
Berisi simpulan dan saran.

(3) Bagian akhir terdiri atas daftar rujukan dan lampiran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Praktikum dalam Pembelajaran Fisika

Fisika merupakan bagian dari sains yang lebih banyak mempelajari perilaku dan struktur benda. Banyak orang yang beranggapan bahwa sains, (termasuk Fisika) hanya berupa proses mekanis untuk mengumpulkan fakta dan membuat teori. Padahal, sains adalah suatu aktivitas kreatif yang tidak berbeda jauh dari aktivitas kreatif pikiran manusia (Giancoli, 1998). Siswanto *et al.* (2018) menekankan bahwa Fisika merupakan bagian dari sains yang secara sistematis membangun dan mengorganisasi pengetahuan dalam bentuk penjelasan-penjelasan yang dapat diuji dan mampu memprediksi gejala alam. Tujuan pembelajaran sains terfokus pada keterampilan meneliti, menemukan, dan merangsang ketertarikan teradap sains; mengembangkan masyarakat berliterasi sains; mengembangkan pemahaman dan penerapan konsep sains dalam masalah teknologi dan sosial dalam kehidupan sehari-hari (Yulianti *et al.*, 2015; Rusilowati *et al.*, 2016).

Informasi dalam pembelajaran Fisika diperoleh melalui metode empiris, penyelidikan logis dan sistematis, serta melalui proses berpikir kritis untuk menghasilkan informasi yang valid dan dapat dipercaya (Siswanto *et al.*, 2018). Pembelajaran Fisika sebagai suatu proses atau metode ilmiah (secara menyeluruh) memberi kesempatan bagi siswa untuk mengembangkan cara berpikir, bersikap, dan langkah-langkah kegiatan ilmiah, serta keterampilan proses sains untuk memperoleh produk-produk ilmu pengetahuan ilmiah (Yulianti *et al.*, 2015). Sementara itu, Purwita (2015) menjelaskan bahwa melalui kegiatan praktikum, siswa diberi kesempatan untuk mengamati atau melakukan praktikum sendiri (dengan diawasi guru maupun asisten praktikum), mengikuti suatu proses, mengamati suatu objek, menganalisis, membuktikan dan menarik kesimpulan sendiri tentang suatu objek, keadaan atau proses sesuatu. Dapat disimpulkan bahwa kegiatan praktikum, dilakukan secara individu maupun kelompok, merupakan salah satu kegiatan belajar yang memenuhi ketentuan pembelajaran Fisika. Praktikum secara berkelompok

dapat diterapkan dalam metode pembelajaran kooperatif; mengingat dalam metode pembelajaran kooperatif, siswa diberi kesempatan lebih banyak untuk bekerja sama guna menyelesaikan tugas yang diberikan oleh para guru (Wena, 2011).

Proses pembelajaran pada dasarnya merupakan suatu usaha mendewasakan manusia melalui upaya pengajaran dan pelatihan; cara untuk mencapai tujuan pendidikan (Hamdayama, 2016; Oktafiani *et al.*, 2017). Undang-Undang No. 20 Sisdiknas Tahun 2003 pasal 3 menjelaskan bahwa tujuan pendidikan nasional ialah untuk menjadi manusia yang (1) beriman, (2) bertakwa, (3) berbudi luhur, (4) sehat, (5) cerdas, (6) kreatif, (7) mandiri, (8) demokratis, dan (9) bertanggung jawab. Untuk menghadapi masa depan, para siswa perlu mengembangkan keterampilan (1) bekerja sama, (2) berkomunikasi, (3) kreatifitas, (4) berpikir kritis, (5) menggunakan teknologi, (6) rekayasa numerik, (7) menyelesaikan masalah, (8) manajemen diri, dan (9) keterampilan belajar (Sani, 2013). Pada dasarnya, tujuan ini adalah untuk menciptakan kondisi yang lebih positif, lebih baik dari sebelumnya (Waluyanto, 2006).

Pembelajaran kooperatif merupakan sistem pembelajaran yang paling kreatif dan efektif sejak didesain dan dipelajari untuk pembelajaran dalam ruang kelas sejak tahun 70-an; menjadikannya sebagai metode pembelajaran tersukses dalam sejarah penelitian pendidikan (Slavin, 1996; Sani, 2013; Xue & Lingling, 2018). Dalam karya Vygotsky (1980) dan Wena (2011) disebutkan bahwa pembelajaran kooperatif merupakan salah satu solusi efektif dalam membantu para siswa untuk menyelesaikan tugas atau permasalahan yang diberikan oleh guru, sekalipun siswa tersebut memiliki keterbatasan bahasa (seperti siswa berbahasa asing atau siswa tunarungu). Melalui pembelajaran kooperatif, siswa memiliki kesempatan untuk bekerja sama; sementara itu, guru berperan sebagai *fasilitator* pendidik, dan pembentuk akhlak. Siswa, dalam menyelesaikan tugasnya, masih tetap memerlukan bantuan dan panduan dari para guru (Xue & Lingling, 2018).

Praktikum merupakan salah satu metode pembelajaran penuh makna (yang mampu memberi kesan khusus) dan memungkinkan siswa untuk

mengembangkan beberapa kemampuan seperti (1) diskusi kelompok, (2) kerja sama, (3) memahami dan menerapkan konsep kerja keras dan pengetahuan yang diperlukan untuk menciptakan penelitian yang baik, (4) lebih berperan aktif selama pembelajaran, (5) kemampuan memunculkan solusi yang kreatif dan beragam, (6) mampu membuat laporan praktikum yang lebih baik (jika dibandingkan dengan sistem praktikum tradisional), serta (7) mengembangkan ketertarikan dan pemahaman akan praktikum fisika (Fons, 2008; Gumilar & Setiawan, 2016; Wilcox & Lewandowski, 2017). Sebagai seorang *fasilitator*, guru bertugas untuk mengawasi dan mendengarkan siswa dalam mendiskusikan perumusan prosedur, memberi pertanyaan yang mengarahkan pemahaman siswa untuk menemukan kesalahan yang mereka lakukan selama praktikum, mengawasi pemahaman siswa juga perkembangan mereka dalam menyelesaikan masalah (Fons, 2008; Gumilar & Setiawan, 2016).

Selain termasuk dalam kegiatan kooperatif, praktikum juga termasuk kegiatan inkuiri. Model pembelajaran inkuiri (*inquiry learning*) adalah serangkaian kegiatan belajar yang melibatkan kemampuan siswa secara total dalam melakukan pencarian dan penelitian secara sistematis, kritis, dan logis; hingga para siswa mampu mengembangkan kreatifitas, membentuk kesimpulan, dan memecahkan masalah mereka masing-masing (Yulianti *et al.*, 2015; Apriliani, 2017). Pada model pembelajaran inkuiri terbimbing, guru dapat mengidentifikasi permasalahan yang akan dipelajari, menentukan tujuan-tujuan yang akan dicapai, dan membuat pertanyaan-pertanyaan untuk membimbing para siswa sebelum kegiatan pembelajaran dimulai (Yulianti *et al.*, 2015).

Ada banyak tujuan pembelajaran dalam kegiatan praktikum, tetapi secara garis besar tujuan ini dibagi menjadi: (1) menguatkan konsep fisika, (2) mengembangkan kemampuan praktik di laboratorium, dan (3) mengenalkan pemahaman dan penghargaan atas sifat dan pentingnya praktikum dalam sains—termasuk Fisika (Trumper, 2003; Kozminski *et al.*, 2014). Siswa yang mengikuti kegiatan praktikum yang ditujukan secara khusus untuk mengembangkan keterampilan laboratorium memiliki peningkatan dalam (1) pemahaman konsep, (2) pemahaman sifat dan kepentingan praktikum fisika,

serta (3) sikap dan kepercayaan diri dalam melakukan kegiatan praktikum (Wilcox & Lewandowski, 2017; Gumilar & Setiawan, 2016).

Menurut Sulcoski & Rash (1966), kegiatan praktikum dalam fisika dapat dibagi menjadi beberapa tema pokok, sebagai berikut: (1) pengukuran, (2) mekanika, (3) kalor, (4) gerak gelombang, (5) cahaya, (6) listrik magnet, dan (7) fisika nuklir. Praktikum lensa tipis yang menjadi fokus bahasan dalam penelitian ini tergolong dalam tema cahaya (optika).

2.2 Panduan Praktikum

Metode adalah hasil kajian strategi berupa cara/langkah-langkah yang diterapkan dalam proses pembelajaran (Hatika, 2016). Sani (2013) menjelaskan bahwa metode belajar visual dengan membaca sangat berguna untuk mengembangkan kemampuan membaca dan memahami bahasa. Tujuan pembelajaran dapat dicapai dengan membiasakan membaca tanpa menganalisa atau menerjemahkan teks. Kelebihan metode ini adalah memberi kesempatan pada siswa untuk memperoleh kompetensi berbahasa sesuai dengan kemampuan mereka. Namun, metode belajar visual membatasi perkembangan keterampilan siswa dalam menyimak dan berbicara. Terkait bahasa visual, Waluyanto (2006) menjelaskan bahwa kemampuan ini (termasuk di dalamnya berpikir visual) sama pentingnya dengan kemampuan bahasa verbal maupun logika matematika. Di era digital ini, kemampuan berbahasa visual menjadi sangat penting karena hampir segala sesuatu direpresentasikan secara visual.

Gunawan *et al.* (2016) menyatakan bahwa kecenderungan cara belajar berpengaruh terhadap interaksi siswa dalam menggunakan media selama belajar. Media berasal dari bahasa latin (bentuk jamak dari medium) yang secara harfiah berarti perantara atau pengantar. Media pembelajaran adalah semua komponen sumber belajar/wahana fisik berisi informasi/materi instruksional yang dapat memicu siswa untuk belajar guna mencapai tujuan pembelajaran yang efektif dan efisien (Hamzah & Lamatenggo, 2011; Sanjaya, 2012; Arsyad, 2013; Mawardi, 2019). Media visual merupakan salah satu media pembelajaran yang banyak digunakan oleh guru-guru Indonesia, tetapi media ini belum banyak dikembangkan (Waluyanto, 2006; Mawardi, 2018). Menurut Sanjaya (2012), media visual adalah

media yang hanya dapat dilihat, tidak mengandung unsur suara, informasi diberikan dengan unsur dasar bahasa visual dan hanya dapat diterima oleh indra penglihatan.

Media pembelajaran visual yang umum digunakan dalam kegiatan praktikum adalah panduan praktikum (Cropley, 2001). Setiap instansi memiliki ketentuan standar pembuatan buku panduan praktikum yang berbeda-beda, baik dari segi isi maupun tata penulisannya. Namun, setidaknya buku panduan praktikum akan memiliki informasi terkait tujuan praktikum, alat dan bahan yang dibutuhkan selama praktikum, langkah kerja, dan tugas untuk membantu praktikan (pelaku praktikum) menemukan kesimpulan hasil praktikum (Sulcoski & Rash, 1966; Fons, 2008; Tim Dosen Fisika Dasar UNNES, 2018). Buku panduan praktikum termasuk media visual berupa modul. Modul merupakan salah satu jenis media pembelajaran yang tersusun dari teks (bahasa verbal tertulis) dan gambar-gambar ilustrasi (Safitri, 2019). Ia menjadi salah satu media yang didesain untuk membantu siswa mencapai tujuan khusus. Mulyasa (2006) menjelaskan bahwa modul digunakan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah dalam beberapa aspek berikut: (1) waktu, (2) tenaga, (3) biaya, dan (4) fungsi fasilitas pembelajaran; dengan begitu, tujuan pembelajaran dapat dicapai secara optimal. Jadi, bisa dipahami bahwa panduan praktikum adalah modul yang ditujukan untuk membantu proses kegiatan praktikum.

Cropley (2001) menjelaskan bahwa panduan praktikum tradisional (yang diberikan dengan prosedur detail dan memaksa siswa untuk mengikuti perintah selangkah demi selangkah) membatasi kesempatan siswa untuk berpikir kritis dan kreatif, serta seringkali membuat siswa kehilangan apresiasi dan antusiasme dalam mengikuti kegiatan praktikum. Pada tahun 2008, Fons mencoba untuk meningkatkan kreatifitas siswa di laboratorium dengan mengembangkan lembar latihan praktikum bebas (tidak terikat prosedur tertentu), hanya disebutkan daftar yang harus ada dalam laporan praktikum siswa. Selama penelitiannya, siswa diminta (secara mandiri) untuk menentukan praktikum yang akan mereka laksanakan, mengembangkan prosedur dan analisis; hanya dibatasi oleh ketersediaan alat serta aturan keselamatan kerja laboratorium.

Apresiasi dan antusiasme siswa dalam melakukan praktikum mungkin juga dapat dijaga dengan meningkatkan “Prinsip Visuals” sesuai penjelasan Nurseto

(2012), yaitu: (1) *visible* (mudah dilihat), (2) *interesting* (menarik), (3) *simple* (sederhana), (4) *useful* (isinya berguna atau bermanfaat), (5) *accurate* (benar dan dapat dipertanggungjawabkan), (6) *legitimate* (resmi), (7) *structure* (terstruktur, tersusun dengan baik). Salah satu upaya yang dapat ditempuh adalah dengan menyisipkan komik pada panduan praktikum. Secara umum, komik sering diartikan sebagai cerita bergambar, tapi komik sebenarnya memiliki banyak arti dan sebutan, bergantung pada penempatannya (Waluyanto, 2006). Pada tahun 2001, Scout McCloud mengartikan komik sebagai gambar ataupun gambar jenis lain yang berdekatan atau bersebelahan, disusun dalam urutan tertentu, guna menyampaikan informasi dan/atau menyenangkan pembacanya. Berikut merupakan beberapa alasan mengapa komik dapat dipilih sebagai bagian media pembelajaran (Waluyanto, 2006; Sadiman, 2009; Purwanto, 2013; Yulianti *et al.*, 2015; Apriliani, 2017).

- (1) Komik merupakan bacaan yang diminati banyak kalangan, dari anak-anak hingga orang dewasa.
- (2) Komik merupakan alat komunikasi visual berisi rangkaian gambar dan tulisan yang dapat membuat informasi lebih jelas mudah dimengerti.
- (3) Komik disusun secara runtut beralur, jelas, dan menyenangkan.
- (4) Komik merupakan salah satu media yang bisa ditawarkan untuk sarana pendidikan; komik sudah lama dipilih sebagai sarana penunjang belajar.
- (5) Komik pembelajaran merupakan salah satu alternatif untuk mengembangkan cara berpikir kreatif-solutif dan kemampuan berkomunikasi visual. Dalam satu media terdapat aspek visual sekaligus verbal.
- (6) Komik sebagai media pembelajaran perlu dikembangkan karena komik jenis ini menuntut kreativitas lebih tinggi dalam menyampaikan pesan secara jelas, membantu proses belajar, sekaligus tetap menyenangkan.
- (7) Komik memang belum menjadi media pembelajaran yang umum digunakan. Namun, suatu produk baru tidak berarti harus mengikuti selera masyarakat karena bisa jadi produk baru yang awalnya tidak dikenal berubah menjadi gaya (*trend*) baru.
- (8) Komik dapat dijadikan sebagai alat berpikir berdesain komunikasi visual untuk memecahkan masalah secara kreatif. Dalam mengembangkan komik

pembelajaran, *designer* dituntut untuk mengembangkan kreativitas, terampil dalam berekspresi, mampu menyampaikan gagasan secara jelas, mudah atau fleksibel, orisinal, unik, kolaboratif, dan tentunya harus menyenangkan.

- (9) Komik dapat digunakan untuk membimbing siswa dalam menemukan konsep masalah atau pokok bahasan yang dipelajari. Dengan bimbingan guru, komik dapat memicu perhatian dan partisipasi siswa dalam kegiatan belajar. Komik juga dapat melatih siswa untuk melakukan penelitian, mengembangkan dan menguatkan pemahaman konsep, materi, prinsip, maupun fakta sains, juga mengarahkan mereka untuk berpikir solutif.
- (10) Komik dalam modul praktikum dapat digunakan untuk melakukan pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing. Sintaks pembelajaran ini antara lain: menyajikan pertanyaan atau merumuskan masalah, membuat hipotesis, merencanakan dan melakukan eksperimen, mengumpulkan data, menganalisis data, dan membuat kesimpulan.

2.3 Keterampilan Proses Sains

Keterampilan proses sains adalah kemampuan, keterampilan, maupun cara berpikir dan bertindak berdasarkan metode-metode ilmiah dengan tujuan untuk membuktikan, mengembangkan, ataupun melakukan falsifikasi atas konsep, prinsip, hukum, fakta, maupun bukti dari suatu proses atau produk sains (Rizkianawati, 2015; Yulianti *et al.*, 2015). Menurut Djamarah (2000), metode yang paling banyak menampilkan segi-segi keterampilan proses adalah metode diskusi, eksperimen, dan pemberian tugas. Indikator paling utama KPS (Keterampilan Proses Sains) adalah keterlibatan siswa dalam kegiatan praktikum (Purwita, 2015; Nurfatimah, 2017). KPS siswa dapat dikembangkan dan diamati saat siswa melakukan kegiatan praktikum. Melalui persiapan praktikum siswa mendapat kesempatan untuk (1) mengajukan pertanyaan, (2) merencanakan kegiatan, (3) menerapkan konsep, (4) mengelompokkan variabel, dan (5) merumuskan hipotesis; pada saat praktikum siswa mendapat kesempatan untuk (6) menggunakan alat-bahan, (7) mengamati, mengelompokkan data, dan menerapkan konsep selama kegiatan praktikum berlangsung; setelah kegiatan praktikum selesai, siswa berkesempatan untuk (8) menaksir data, menerapkan konsep, (10) membuat

inferensi/kesimpulan, dan (11) mengomunikasikan hasil praktikum secara lisan ataupun tertulis. Rincian kegiatan tersebut merupakan bagian dari indikator KPS siswa (Usman & Setiawati, 1993; Sumantri & Permana, 2001; Dimiyati & Moedjiono, 2002; Nuryani, 2005; Hamalik, 2008; Usman, 2008; Adisendjaja & Romlah, 2009; Rizkianawati, 2015; Oktafiani *et al.*, 2017).

Joyoatmoyo (2006) menjelaskan bahwa KPS menjadi penting karena keterampilan ini mampu membantu siswa untuk meningkatkan fleksibilitas dalam menghadapi perubahan di lingkungan sekitar; seperti dalam pergaulan, pekerjaan, lembaga, maupun organisasi.

2.4 Alat-Alat Optik

Optika merupakan cabang ilmu fisika yang mempelajari tentang cahaya (Barus & Imam, 1995). Pada awalnya, optika dibagi dalam dua bahasan utama, yaitu optika fisis dan optika geometri. Optika fisis atau optika gelombang mempelajari cahaya dengan prinsip Huygens dan memodelkan perambatan dari muka gelombang kompleks melalui sistem optis, termasuk amplitudo dan fase dari gelombang. Cahaya dipandang sebagai gelombang elektromagnetik. Beberapa bahasan optika fisis di SMA adalah polarisasi, interferensi, dan difraksi cahaya (Pujianto *et al.*, 2016). Optika geometri atau optika sinar menjelaskan propagasi cahaya dalam bentuk ‘sinar’ yang merambat lurus. Bahasan optika geometri di SMA terfokus pada pemantulan dan pembiasan cahaya pada cermin dan lensa tipis, bahasan ini menjadi materi prasyarat untuk Bab Alat-Alat Optik. Sementara itu, sejak dikenalkannya bahasan fisika modern sebagai pengembangan ilmu fisika, optika juga mengalami perkembangan dengan adanya bahasan optika kuantum. Optika kuantum didekati dengan konsep interaksi cahaya dengan materi (bahan), cahaya dianggap sebagai partikel.

Sejauh ini, ketersediaan buku yang membahas tentang optika masih sedikit, jauh lebih sedikit jika dibanding dengan bahasan-bahasan lain. Kajian tentang fisika nuklir, listrik, komputer, ataupun pesawat ulang alik nampak begitu menggoda hingga bahasan optika dianggap kuno dan tidak terlalu menarik (Gluck, 1964). Padahal, optika memiliki peran yang sama penting dengan bahasan-bahasan fisika modern tersebut. Setidaknya, pengetahuan dan pemahaman optik menjadi penting

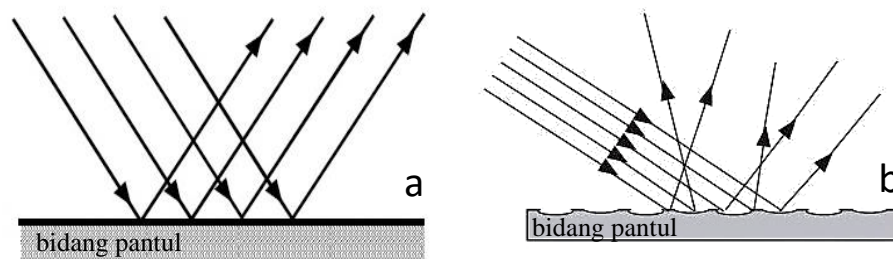
karena ada banyak penerapan optik di berbagai bidang lain; seperti pada fotografi, komunikasi, perkembangan ilmu biologi, hingga eksplorasi jagat raya.

2.4.1 *Pemantulan dan Pembiasan*

Gluck (1964) menerangkan bahwa cahaya termasuk bahasan fisika yang menjadi perhatian awal para ilmuwan. Dimulai oleh Galileo yang mencoba mengukur kecepatan cahaya. Ia mengukur waktu yang diperlukan cahaya untuk melintas jarak antara dua bukit. Lama setelah Galileo melakukan penelitian tersebut, pada tahun 1850 Fizeau dan Foucault melakukan suatu penelitian dan mendapati bahwa cahaya mampu melintasi jarak sekitar 194 000 mil dalam satu detik. Foucault juga berhasil menunjukkan bahwa kecepatan cahaya di dalam air lebih rendah daripada kecepatannya di udara. Michelson dan Morley melakukan penelitian lain dan mendapati bahwa kecepatan cahaya berada pada kisaran 179 124 mil per detik. Pada tahun 1929, Michelson kembali melakukan suatu percobaan bersama Pease dan Pearson; nilai kecepatan cahaya yang terukur dari penelitian ini lebih tinggi dari hasil penelitian sebelumnya. Berawal dari usaha-usaha tersebut, akhirnya diketahui bahwa cahaya merambat pada kisaran kecepatan $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$ dalam ruang hampa; nilai kecepatan akan berbeda jika cahaya melalui medium yang berbeda.

Penelitian yang Galileo lakukan di dua bukit juga berhasil menarik perhatian seorang matematis dan ilmuwan mekanik bernama Isaac Newton. Ketertarikannya pada sifat-sifat cahaya membuat Newton menjadi orang pertama yang berhasil menunjukkan bahwa cahaya tidak tersusun atas komposisi yang seragam (*uniform*). Newton berhasil secara jelas memisahkan cahaya menjadi warna-warna pelangi. Ia berpikir bahwa cahaya tersusun atas partikel-partikel kecil yang ditembakkan dengan kecepatan luar biasa tinggi dari suatu sumber. Ia juga menunjukkan bahwa cahaya dapat dibelokkan (mengalami pembiasan) saat melewati dua bahan transparan yang kerapatannya berbeda. Menggunakan analogi bola billiard, Newton menjelaskan bagaimana peristiwa pemantulan cahaya dapat terjadi. Newton menyebut penjelasan ini sebagai Teori Korpuskular. Bukan hanya untuk pemantulan, Teori Korpuskular juga mampu menjelaskan mengapa bayangan dapat terbentuk saat cahaya mengenai bahan-bahan *non-transparent*.

Pada tahun 2010, Jati & Priyambodo menyimpulkan bahwa saat cahaya yang mengenai benda transparan, sebagian berkas cahaya tersebut akan dipantulkan dan sebagian lainnya akan dibiaskan. Gambar 2.1a menunjukkan bahwa berkas-berkas sinar sejajar yang mengenai cermin datar dipantulkan sebagai berkas-berkas sinar sejajar pula. Pemantulan cahaya oleh permukaan-permukaan halus seperti cermin datar disebut pemantulan teratur. Sementara Gambar 2.1b menunjukkan bahwa berkas-berkas sinar sejajar yang mengenai kertas dipantulkan ke segala arah (berkas-berkas sinar tidak sejajar satu sama lain). Pemantulan cahaya oleh permukaan-permukaan kasar seperti kertas ini disebut pemantulan baur (*diffus*).



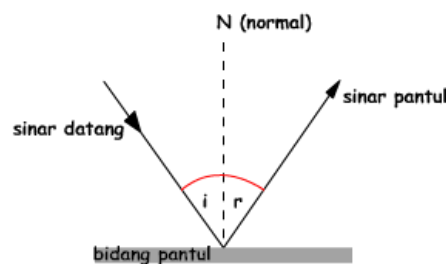
Gambar 2.1 Pemantulan cahaya secara (a) teratur dan (b) baur.

Gambar 2.2 merupakan skema peristiwa pemantulan cahaya pada cermin yang terjadi sesuai dengan Hukum Snellius berikut:

- (1) Sinar datang, sinar pantul, dan garis normal berpotongan pada satu titik dan terletak pada satu bidang datar;
- (2) Sudut datang (i) sama dengan sudut pantul (r).

$$i = r \quad (2.1)$$

Cermin datar membentuk bayangan tegak, maya, dan berukuran sama besar terhadap benda. Jarak bayangan dari bidang pantul sama jauh dengan jarak bidang pantul ke benda (Schaum, 1977).



Gambar 2.2 Skema pemantulan cahaya pada cermin datar.

Cermin lengkung dapat membentuk bayangan yang beragam, bergantung jenis dan posisi benda. Ada dua jenis cermin lengkung sederhana, yaitu cermin silinder dan cermin bola. Penampang lintang cermin cekung dan cermin cembung dari cermin bola diperlihatkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Penampang lintang cermin lengkung (a) cemin cembung, (b) cermin cekung.

Concave mirrors (cermin cekung) menghasilkan bayangan nyata dan terbalik terhadap objek yang terletak diluar jarak fokus utama (Schaum, 1977). Bayangan yang terbentuk akan bersifat maya, tegak, dan diperbesar jika benda ada diantara titik fokus utama dan permukaan cermin. *Convex mirrors* (cermin cembung) hanya akan menghasilkan bayangan maya, tegak, dan diperkecil. Untuk cermin sferis (baik cekung maupun cembung) berlaku persamaan berikut:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{r} = \frac{1}{f} \quad (2.2)$$

keterangan:

- s : jarak benda dari cermin,
- s' : jarak bayangan dari cermin,
- r : jari-jari kelengkungan cermin, dan
- f : fokus cermin.

Terdapat kesepakatan tanda dalam bahasan optik, Sears & Zemansky (1959) menekankan beberapa hal penting berikut:

- (1) Semua jarak diukur sejajar sumbu axis dan dari permukaan pantul/bias sampai titik yang dicari.
- (2) Jarak benda (dari permukaan ke benda) yang melawan arah datangnya cahaya diberi tanda positif (+).

- (3) Jarak bayangan (dari permukaan ke bayangan) yang searah datangnya cahaya diberi tanda positif (+).
- (4) Jari-jari kelengkungan cermin (dari permukaan ke titik pusat kelengkungan) yang searah datangnya cahaya diberi tanda positif (+).
- (5) Dimensi benda atau bayangan di atas sumbu axis diberi tanda positif (+).
- Beberapa aturan dalam perjanjian tanda ini juga disajikan dalam Tabel 2.1 dan 2.2.

Tabel 2.1 Perjanjian tanda untuk menggunakan rumus umum cermin lengkung.

Simbol	Tanda	Keterangan
s	+	jika benda terletak di depan cermin (benda nyata)
s	-	jika benda terletak di belakang cermin (benda maya)
s'	+	jika bayangan terletak di belakang cermin (bayangan maya)
s'	-	jika bayangan terletak di depan cermin (bayangan nyata)
f	+	untuk cermin cekung
f	-	untuk cermin cembung

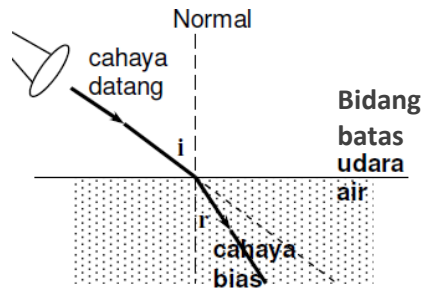
Pembiasan cahaya (*refraction*) adalah peristiwa perubahan arah cepat rambat cahaya saat melewati dua medium dengan kerapatan bahan yang berbeda (Tim Fisika, 2008). Saat medium rambat berubah, cahaya akan mengalami perubahan kecepatan dan panjang gelombang, mengakibatkan terjadinya perubahan arah rambat cahaya.

Tabel 2.2 Perjanjian tanda dalam pemantulan dan pembiasan (Sears & Zemansky, 1959).

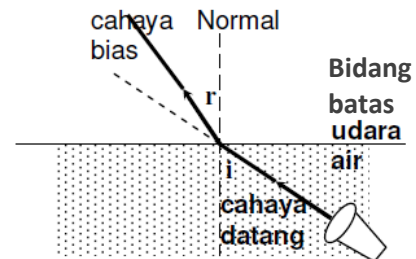
	Cermin Datar	Cermin Lengkung	Permukaan Bias Datar	Permukaan Bisa Lengkung
Jarak benda dan jarak bayangan	$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = 0$	$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{r} = \frac{1}{f}$	$\frac{n}{s} + \frac{n'}{s'} = 0$	$\frac{n}{s} + \frac{n'}{s'} = \frac{n' - n}{r}$
Perbesaran	$m = -\frac{s'}{s} = 1$	$m = -\frac{s'}{s}$	$m = -\frac{ns'}{ns} = 1$	$m = -\frac{ns'}{ns}$

Hukum pembiasan terdiri atas dua hukum populer yang dikenal sebagai Hukum I Snellius dan Hukum II Snellius. Hukum I Snellius berbunyi: “sinar datang, sinar bias, dan garis normal terletak pada satu bidang datar”. Hukum II Snellius berbunyi: “jika sinar datang dari medium kurang rapat ke medium lebih

rapat (misalnya, dari udara ke air atau dari udara ke kaca), sinar dibelokkan mendekati garis normal; Jika kebalikannya (sinar datang dari medium lebih rapat ke medium kurang rapat), sinar dibelokkan menjauhi garis normal.” Hukum II Snellius ini dapat dipahami melalui Gambar 2.4 dan 2.5.



Gambar 2.4 Skema arah rambat sinar dari medium kurang rapat ke medium lebih rapat.



Gambar 2.5 Skema arah rambat sinar dari medium lebih rapat ke medium kurang rapat.

Saat berkas cahaya berpindah ke medium yang lebih rapat, cepat rambat cahaya akan menurun, hingga nampak bahwa berkas cahaya berbelok mendekati garis normal (Schaum, 1977). Perbandingan dua media rambat dinyatakan sebagai:

$$n = \frac{\text{cepat rambat cahaya di medium pertama}}{\text{cepat rambat cahaya di medium kedua}} = \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_r} \quad (2.3)$$

dengan sudut datang θ_i , sudut bias θ_r , dan indeks bias mutlak n . Jika indeks bias medium 1 adalah n_1 dan indeks bias medium 2 adalah n_2 , akan diperoleh persamaan snellius berikut:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (2.4)$$

Cahaya dibiaskan karena perbedaan kerapatan optik antara dua media rambat, yang dinyatakan oleh besaran indeks bias medium (n). Semakin rapat medium yang dilalui cahaya, berarti nilai n menjadi semakin besar dan cepat rambat cahaya (v) dalam medium ini semakin kecil. Secara matematis hubungan v dan n dinyatakan oleh persamaan berikut:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} \Leftrightarrow v_1 n_1 = v_2 n_2 \quad (2.5)$$

Indeks bias medium (n) didefinisikan relatif terhadap ruang vakum/udara, yang ditetapkan sebagai indeks bias paling kecil. Jika $n_1 = n_{\text{vakum}} = 1, v_1 = v_{\text{vakum}} = c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}, n_2 = n$, maka diperoleh hasil sebagai berikut:

$$c(1) = v(n) \Rightarrow n = \frac{c}{v} = \frac{\text{cepat rambat cahaya dalam udara}}{\text{cepat rambat cahaya dalam medium}} \quad (2.6)$$

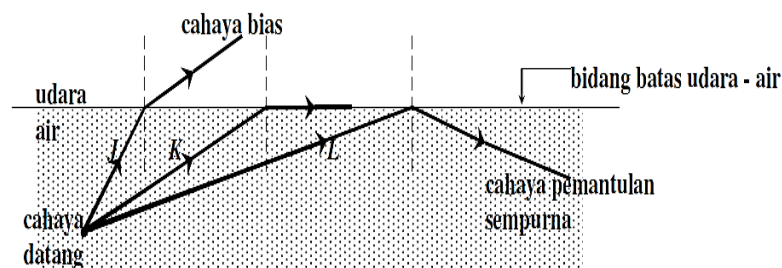
Secara kualitatif, persamaan (2.6) dinyatakan sebagai berikut: “Indeks bias mutlak adalah hasil bagi antara cepat rambat cahaya dalam vakum/udara dengan cepat rambat cahaya dalam suatu medium”. Dalam peristiwa pembiasan frekuensi cahaya tidak berubah, $f_1 = f_2 = f$. Jika berlaku hubungan $v=f\lambda$ untuk kedua media rambat, (λ merupakan panjang gelombang cahaya), maka diperoleh persamaan berikut:

$$v_1 = f\lambda_1 \text{ dan } v_2 = f\lambda_2 \quad (2.7)$$

Menurut Tim Fisika (2008), hubungan antara panjang gelombang λ dan indeks bias n adalah:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{f\lambda_1}{f\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \lambda_1 n_1 = \lambda_2 n_2 \quad (2.8)$$

Sinar yang datang dari medium lebih rapat (misalnya air) ke medium kurang rapat (misalnya udara) akan dibiaskan menjauhi garis normal, seperti dalam Gambar 2.6. Sinar datang I dengan sudut datang i memiliki sinar bias dengan sudut bias r , dan selalu berlaku $r > i$. Tentu saja sinar datang I mengalami pembiasan. Sinar datang K dengan sudut datang i_k dibiaskan sejajar dengan permukaan air. Ini berarti sudut datang i_k (disebut sudut kritis atau sudut batas) menghasilkan sudut bias sama dengan 90° . Sedangkan sinar datang L dengan sudut datang lebih besar daripada sudut kritis ($i > i_k$), tidak mungkin dihasilkan sinar bias dengan sudut bias $> 90^\circ$. Jadi, sinar L tidak dapat meninggalkan permukaan air. Dengan kata lain, sinar L akan dipantulkan seluruhnya oleh permukaan air kembali ke dalam air.



Gambar 2.6 Skema pemantulan sempurna.

Bidang batas air—udara (permukaan air) bertindak seperti cermin datar sempurna. Peristiwa inilah yang disebut pemantulan sempurna. Persamaan sudut kritis (Schaum, 1977):

$$n_1 \sin \theta_k = n_2 \times 1; \text{ dengan } \frac{n_1}{n_2} = n$$

$$\Rightarrow \sin i_k = \frac{1}{n} \quad (2.9)$$

Untuk medium sembarang, berlaku persamaan berikut:

$$\sin i_k = \frac{n_2}{n_1}; \text{ dengan } n_2 < n_1 \quad (2.10)$$

Lensa adalah benda bening yang dibatasi oleh dua bidang lengkung (Sears & Zemansky, 1959). Menurut Gluck (1964), tidak ada yang tahu pasti kapan lensa ditemukan atau dibuat. Namun, lensa sudah terbukti ada sejak 3000 SM (ada yang ini sebenarnya 12000 SM). Bukti ini berupa hasil peleburan antara pasir (yang mengandung silikon dioksida), sodium karbonat, dan abu kayu (yang mengandung kalium karbonat). Peleburan ketiga bahan ini dilakukan dengan api, dan terjadi di beberapa daerah pantai kuno Roma. Tentu saja, material gelas ini tidak cocok digunakan sebagai peralatan optik. Saat itu, lensa masih kurang transparan, tidak seragam, juga kualitasnya tidak terkontrol.

Sejarah material lensa optik benar-benar dimulai pada akhir abad ke-16. Saat itu, Galileo pertama kali mengasah dan menggosok material transparan dan menciptakan lensa. Langkah-langkah pembuatan lensa optik ini dijelaskan secara terperinci oleh G. Battista della Porta (1589) dalam bukunya *Magia Naturalis*. Pada awal abad ke-17, Newton kembali melakukan penelitian tentang cahaya dan menemukan bahwa kejernihan gambar yang ia dapatkan sangat terganggu oleh pemisahan spektrum warna cahaya saat melewati lensa. Masalah tersebut kini dikenal sebagai aberasi kromatik.

Aberasi kromatik mulai diselesaikan oleh ahli optik berkebangsaan Inggris bernama Dolland (1756) yang mencoba menggabungkan dua bahan penyusun lensa yang berbeda, menciptakan lensa cembung dengan menambal material transparan. Dolland berhasil mengurangi aberasi kromatik, walau tidak bisa diterapkan pada semua panjang gelombang cahaya. Sayangnya, kualitas gambar/bayangan yang mengalami perbesaran masih terganggu oleh adanya spektrum cahaya kedua (sisa aberasi kromatik). Mulai saat itu, perkembangan terfokus pada penciptaan material transparan seragam (secara fisis dan kimiawi) dan pengendalian aberasi kromatik dari peralatan-peralatan optis. Masalah ini terus dipelajari hingga tercipta lensa

optik sempurna. Telah dilakukan banyak penelitian selama abad ke-19 yang mempelajari efek dari berbagai logam oksida terhadap sifat-sifat fisis maupun kimiawi dari material transparan. Pada tahun 1876, Prof. E. Abbe asal Jena (salah satu kota di Jerman) menyatakan bahwa optika tidak akan lagi mengalami kemajuan kecuali varietas jenis baru dari material transparan berhasil dikembangkan.

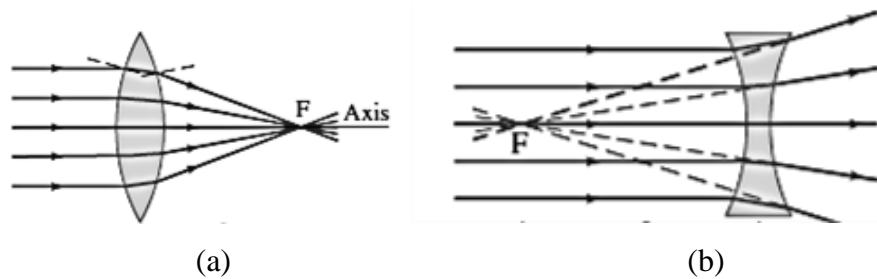
Prof. Abbe bersama dengan Dr. O. Schott melakukan penyelidikan terstruktur mengenai pembuatan material transparan. Mereka berhasil mencatat lebih dari seratus tipe lensa baru, dengan komposisi maupun sifat optikal yang berbeda-beda. Varietas-varietas material hasil penelitian keduanya (digabung dengan perkembangan teknologi) secara garis besar memiliki kualitas berikut: (1) memiliki komposisi kimia yang seragam (*uniform*), (2) memiliki tingkat keseimbangan fisis dan kimiawi yang tinggi, (3) tidak berwarna, (4) homogen, (5) memiliki indeks bias tertentu untuk panjang gelombang cahaya yang berbeda-beda, (6) tidak mengalami tegangan internal, dan (7) memiliki kemampuan tinggi dalam meneruskan cahaya (dalam semua panjang gelombang). Dari setiap varietas yang mereka kembangkan, masing-masing dibuat dengan kualitas tertentu, baik dalam bidang kerapatan material, kepadatan, indeks bias, maupun kemampuannya dalam menanggulangi aberasi kromatik. Hingga saat ini, bahan-bahan paling umum yang digunakan untuk membuat material transparan adalah silika (pasir), soda (sodium karbonat), dan kapur (kalsium oksida).

Dua bidang lengkung yang membentuk lensa dapat berbentuk silindris atau bola. Lensa silindris memusatkan cahaya dari sumber yang jauh pada suatu garis, sedangkan permukaan bola yang melengkung ke segala arah memusatkan cahaya dari sumber yang jauh dari suatu titik. Bahasan Alat-Alat Optik untuk kelas XI terbatas pada *spheris lens* (lensa bola) yang tipis. Lensa tipis adalah lensa dengan ketebalan dapat diabaikan terhadap diameter kelengkungan lensa. Perlu diperhatikan bahwa sinar-sinar sejajar sumbu utama tepat difokuskan ke suatu titik (titik fokus).

Garis yang menggabungkan pusat kedua bola yang membentuk permukaan lensa disebut sumbu utama lensa. Titik pada sumbu utama tempat dipusatkannya berkas-berkas sinar sejajar sumbu utama disebut titik fokus lensa F_1 , sedangkan jarak dari fokus ke pusat lensa disebut jarak fokus f . Kedua permukaan lensa belum

tentu mempunyai jari-jari kelengkungan yang sama. Jarak fokus memiliki hubungan dengan jari-jari kelengkungan kedua permukaan lensa.

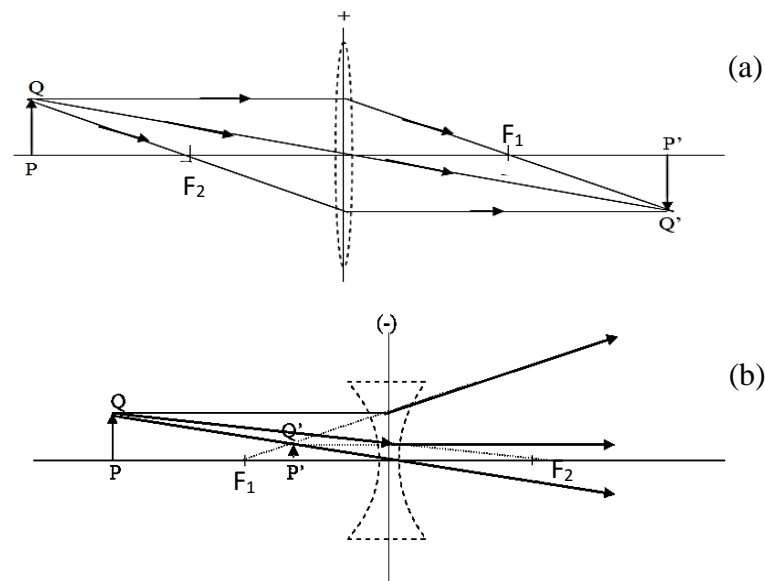
Ada dua jenis lensa, yaitu lensa cembung dan lensa cekung. Lensa cembung/*convex* memiliki bagian tengah lebih tebal daripada bagian tepinya. Sinar-sinar bias pada lensa ini bersifat *convergen* (mengumpul). Lensa cekung/*concave* memiliki bagian tengah lebih tipis daripada bagian tepinya. Sinar-sinar bias pada lensa ini bersifat *divergen* (menyebarkan).



Gambar 2.7 Skema penampang melintang arah rambat sinar yang melewati (a) lensa cembung dan (b) lensa cekung.

Ada tiga sinar istimewa pada lensa cembung. Ketiga sinar istimewa itu adalah:

- (1) Sinar datang sejajar sumbu utama lensa dibiaskan melalui titik fokus aktif F_1 .
- (2) Sinar datang melalui titik fokus pasif F_2 dibiaskan sejajar sumbu utama.
- (3) Sinar datang melalui titik pusat optik diteruskan tanpa membias.



Gambar 2.8 Tiga sinar istimewa (a) lensa cembung dan (b) lensa cekung.

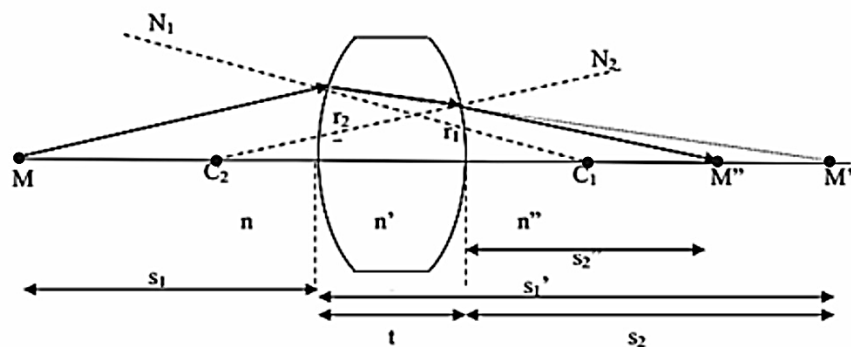
Tiga sinar istimewa pada lensa cekung, yaitu:

- (1) Sinar datang sejajar sumbu utama dibiaskan seolah dari titik fokus aktif F_1 .
- (2) Sinar datang seolah menuju titik fokus pasif F_2 dibiaskan sejajar sumbu utama.
- (3) Sinar datang melalui pusat optik diteruskan tanpa membias.

Langkah-langkah untuk melukis pembentukan bayangan pada lensa, mirip seperti pada cermin lengkung, langkah-langkah itu adalah (McLaughlin & Thompson, 1999):

- (1) Lukis dua sinar utama (umumnya digunakan sinar 1 dan sinar 3).
- (2) Sinar selalu datang dari depan lensa dan dibiaskan ke belakang lensa.
- (3) Perpotongan kedua sinar bias yang dilukis pada *point* (1) adalah letak bayangan. Jika perpotongan didapat dari perpanjangan sinar bias, bayangan yang terjadi adalah maya dan dilukis dengan garis putus-putus.

Sebuah asumsi menggambarkan sebuah lensa yang dibatasi dengan dua permukaan lengkung yang berjari-jari r_1 dan r_2 , indeks bias bahan lensa n' . Medium disebelah kiri lensa berindeks bias n dan disebelah kanan lensa n'' . Bayangan yang dibentuk oleh lensa, terjadi oleh pembiasan masing-masing permukaan lengkung.



Gambar 2.9 Skema arah rambat cahaya melewati lensa tipis (penampang melintang).

Peristiwa pembiasan melalui sebuah permukaan lengkung pertama berlaku persamaan

$$\frac{n}{s_1} + \frac{n'}{s'_1} = \frac{n' - n}{r_1} \quad (2.11)$$

Oleh permukaan lengkung kedua, bayangan M' dianggap sebagai benda, sehingga jarak benda dari permukaan kedua adalah $s_2 = -(s'_1 - t)$, t adalah ketebalan

lensa, yang dalam pembahasan lensa tipis t dianggap berharga nol, maka $s_2 = -s'_1$.

Pembiasan oleh permukaan lengkung kedua berlaku persamaan:

$$\frac{n'}{s_2} + \frac{n''}{s''_2} = \frac{n'' - n'}{r_2} \Leftrightarrow \frac{n'}{-s'_1} + \frac{n''}{s''_2} = \frac{n'' - n'}{r_2} \quad (2.12)$$

Pembiasan oleh dua permukaan lengkung berlaku:

$$\frac{n}{s_1} + \frac{n''}{s''_2} = \frac{n' - n}{r_1} + \frac{n'' - n'}{r_2} \quad (2.13)$$

Jika jarak benda s_1 dinyatakan dalam s , dan jarak bayangan akhir s''_2 dinyatakan dengan s' , maka persamaan di atas dapat dituliskan sebagai:

$$\frac{n}{s} + \frac{n''}{s'} = \frac{n' - n}{r_1} + \frac{n'' - n'}{r_2} \quad (2.14)$$

Jika medium disekitar lensa adalah sama $n = n''$, maka persamaan di atas dapat dituliskan sebagai:

$$\begin{aligned} \frac{n}{s} + \frac{n}{s'} &= \frac{n' - n}{r_1} + \frac{n - n'}{r_2} \\ \Leftrightarrow \frac{n}{s} + \frac{n}{s'} &= (n' - n) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \end{aligned} \quad (2.15)$$

Jika medium lensa adalah udara, $n = 1$, maka persamaan tersebut menjadi:

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = (n' - 1) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (2.16)$$

Jika benda terletak di tak hingga, maka bayangan akan terletak di titik fokus atau jarak bayangan adalah f , berlaku persamaan pembuatan lensa berikut:

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_l}{n_m} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (2.17)$$

Persamaan (2.17) menghubungkan jarak fokus yang ingin dibuat oleh pembuat lensa dengan jari-jari kelengkungan kedua bidang lensa dan indeks bias bahan lensa.

Tabel 2.3 Perjanjian tanda untuk jari-jari r .

Tanda r_1 dan r_2	Keterangan
+	Bidang cembung terhadap arah datangnya sinar
-	Bidang cekung terhadap arah datangnya sinar
∞	Bidang datar

Untuk lensa tipis dalam medium udara, berlaku $\frac{n_l}{n_m} = n'$. Dengan melakukan substitusi antara persamaan (2.16) dan (2.17), diperoleh persamaan umum lensa tipis seperti yang disebutkan sebelumnya.

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f} \quad (2.18)$$

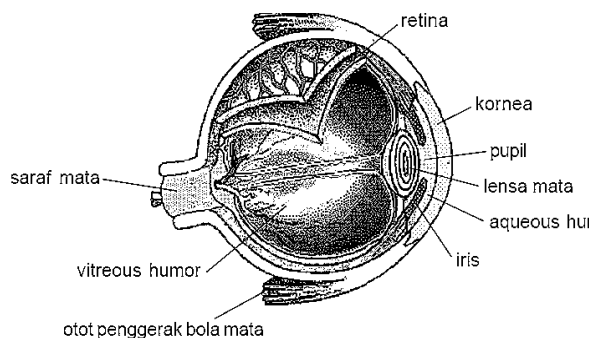
Persamaan (2.18) dikenal sebagai bentuk *Gaussian* dari persamaan lensa tipis (Sears & Zemansky, 1959).

2.4.2 Alat-Alat Optik

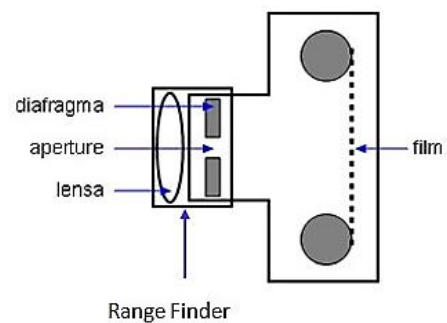
2.4.2.1 Mata

Mata merupakan ciptaan Tuhan Yang Maha Kuasa, membuatnya menjadi alat optik tercanggih yang dapat dilihat manusia (Pujiyanto *et al.*, 2016). Fungsi mata adalah untuk menerjemahkan getaran-getaran elektromagnetik cahaya menjadi pola-pola impuls saraf yang diteruskan ke otak. Sehingga suatu benda dapat dilihat.

Beberapa contoh cacat mata adalah: (1) miopi, (2) hipermetropi, (3) presbiopi, dan (4) astigmatisme. Orang yang menderita cacat mata bisa dibantu dengan kacamata. Menurut Gluck (1964), kacamata mulai digunakan sekitar abad ke-13. Kacamata awalnya digunakan untuk membantu penglihatan para orang tua saja.



Gambar 2.10 Anatomi mata manusia.



Gambar 2.11 Skema dasar kamera.

2.4.2.2 Kamera

Pada tahun 1839, Daguerre menemukan proses fotografi. Pada masa Revolusi Industri itu, permintaan lensa kepada para ilmuwan mulai melonjak, dari para fotografer profesional hingga selanjutnya merembet ke orang-orang awam

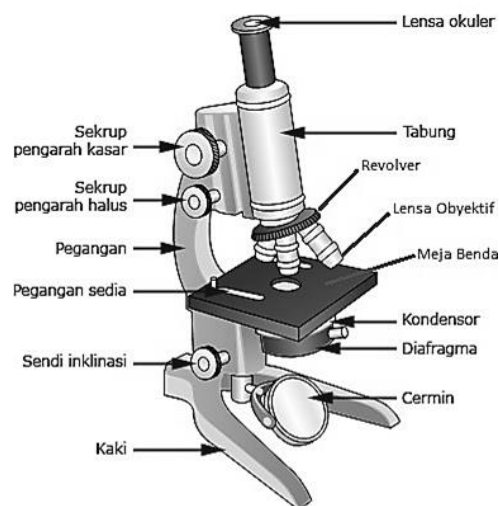
(Gluck, 1964). Lensa optik dalam bidang fotografi disusun dalam alat bernama kamera. Pujiyanto *et al.* (2016) mengatakan bahwa lensa dalam kamera adalah semuanya lensa cembung.. Alat optik ini merupakan tiruan paling mirip dari mata. Pada dasarnya sebuah kamera terdiri atas tiga bagian utama, yaitu lensa cembung, film, dan diafragma. Bayangan yang dibentuk oleh lensa kamera bersifat nyata, terbalik, dan diperkecil.

2.4.2.3 Lup

Lup atau kaca pembesar merupakan alat optik yang berupa lensa cembung bertangkai (Pujiyanto *et al.*, 2016). Alat optik ini digunakan untuk melihat benda-benda kecil sehingga tampak lebih besar dan jelas. Untuk memanfaatkan lensa cembung sebagai lup, benda harus diletakkan di ruang I lensa ($o < s < f$). Sifat bayangannya adalah maya, tegak, dan diperbesar. Pengamatan benda dengan bantuan lup terjadi dalam dua kondisi, mata berakomodasi maksimum atau tidak berakomodasi.



Gambar 2.12 Lup.



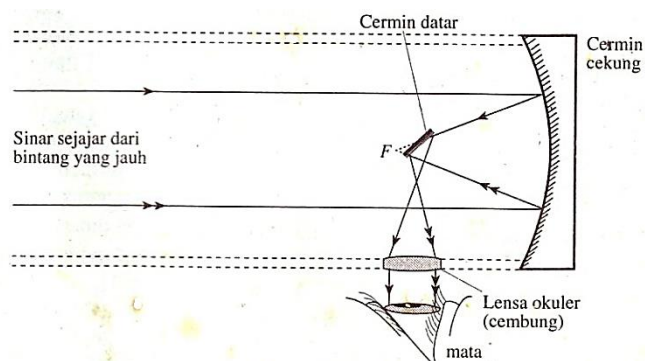
Gambar 2.13 Bagian-bagian mikroskop.

2.4.2.4 Mikroskop

Saat bidang optik mulai dikenal dan disenangi, manusia mulai mempertanyakan dan mengembangkan gagasan tentang alam semesta yang dibangun dengan sangat baik ini (Gluck, 1964). Mikroskop menjadi salah satu gerbang pembuka dunia baru untuk diteliti dan dipelajari. Alat ini mengenalkan

manusia pada wilayah-wilayah sangat kecil yang belum diselidiki. Mikroskop adalah alat optik yang digunakan untuk melihat benda-benda yang sangat kecil (Pujianto *et al.*, 2016). Menurut Gluck (1964), mikroskop menjadi bagian penting dalam peralatan medis sejak akhir abad ke-18. Saat itu, permintaan banyak dilakukan oleh para ahli bakteriologi untuk mengembangkan spesimen mereka.

Mikroskop memiliki dua jenis lensa, yaitu lensa objektif (lensa yang dekat dengan benda) dan lensa okuler (lensa yang dekat mata/pengamat). Jarak fokus lensa objektif lebih kecil daripada jarak fokus lensa okuler ($f_{ob} < f_{ok}$). Hal ini agar benda yang diamati dapat kelihatan sangat besar dan mikroskop tidak terlalu panjang. Pengamatan benda dengan bantuan mikroskop terjadi dalam dua kondisi, mata berakomodasi maksimum atau tidak berakomodasi. Bayangan yang dibentuk oleh lensa objektif mikroskop bersifat nyata, terbalik, dan diperbesar. Bayangan yang dibentuk oleh lensa okuler bersifat maya, terbalik, dan diperbesar.



Gambar 2.14 Skema teropong pantul.

2.4.2.5 Teropong

Selain mikroskop, teropong menjadi gerbang lain yang membuka gerbang pengetahuan bagi manusia. Teleskop memberitahu manusia tentang keberadaan planet-planet, bintang, maupun galaksi lain (Gluck, 1964). Hingga saat ini, rasa ingin tahu dan ketertarikan manusia yang dibawa oleh dua alat tersebut menyebabkan revolusi dalam beberapa bidang lain seperti: energi nuklir, komputer, rekam medis, hingga studi luar angkasa.

Menurut Pujianto *et al.* (2016), teropong/teleskop adalah alat optik yang digunakan untuk melihat benda-benda yang sangat jauh agar tampak lebih dekat dan jelas. Teropong dibagi dalam dua kelompok besar, yaitu:

(1) Teropong bias, yang terdiri atas beberapa lensa

Disebut teropong bias karena menggunakan lensa objektif yang berfungsi membiaskan cahaya. Contoh-contoh teropong bias, yaitu:

- (a) Teropong bintang atau teropong astronomi,
- (b) Teropong bumi atau teropong medan,
- (c) Teropong prisma atau binokuler
- (d) Teropong panggung atau teropong Galileo.

Sebagian besar teropong bias memiliki ciri-ciri jarak fokus lensa objektifnya lebih panjang dari jarak fokus lensa okuler ($f_{ob} > f_{ok}$).

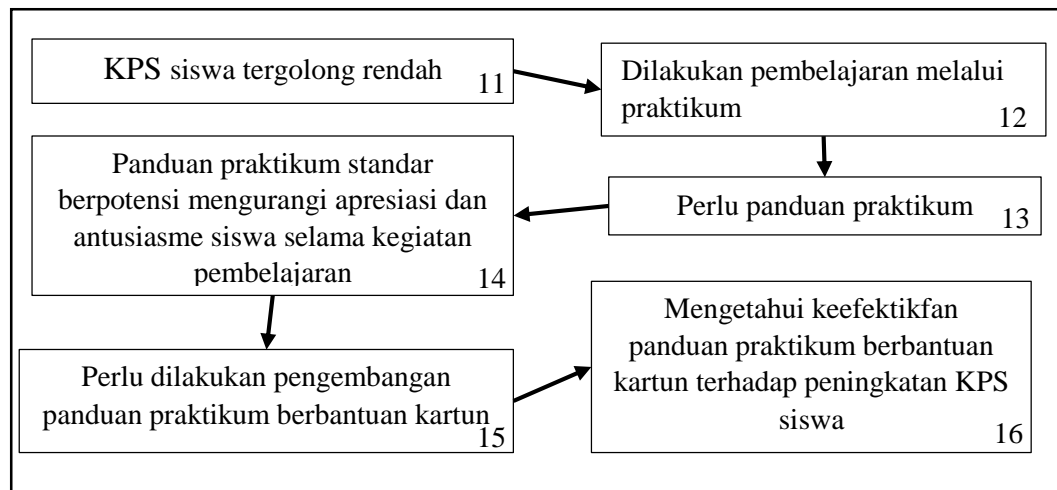
(2) Teropong pantul, yang terdiri atas beberapa cermin dan lensa.

Pada teropong pantul, cermin cekung besar yang memantulkan cahaya digunakan sebagai optik objektif. Teropong pantul astronomi terdiri atas satu cermin cekung besar, satu cermin datar kecil, yang diletakkan sedikit di depan titik fokus cermin cekung f , dan satu lensa cembung untuk mengamati benda. Diagram sinar teropong pantul ditunjukkan pada Gambar 2.14. Cermin cekung besar akan mengumpulkan cahaya sebanyak mungkin. Namun, sebelum cahaya dikumpulkan di titik fokus F cermin cekung, cahaya sudah dipantulkan oleh cermin datar menuju ke lensa okuler (lensa cembung).

2.5 Kerangka Berpikir Penelitian

Adanya kesenjangan antara hasil ideal yang diinginkan oleh masyarakat akademis dengan hasil nyata yang diperoleh telah menimbulkan masalah. Salah satu masalah ini adalah kemampuan rata-rata siswa di Indonesia dalam bidang KPS yang tergolong rendah. Masalah ini dapat diperbaiki dengan melaksanakan kegiatan praktikum selama kegiatan belajar-mengajar berlangsung. Melalui praktikum, metode pembelajaran kooperatif-inkuiri terbimbing dapat diterapkan. Dalam melaksanakan praktikum, siswa perlu memiliki modul praktikum yang tidak hanya membantu mereka melakukan serangkaian kegiatan praktikum, tetapi juga dapat membuat mereka tetap memiliki apresiasi dan antusiasme yang baik selama pembelajaran berlangsung. Karena hal tersebut, perlu dikembangkan buku panduan praktikum dengan bantuan kartun berjudul *Panduan Praktikum*. Tujuan utama buku

ini dibuat adalah untuk mengembangkan KPS siswa. Kartun yang disisipkan dalam *Panduan Praktikum* digunakan untuk mempermudah siswa memahami isi buku, menyimpan *long term memories*, dan membuat mereka tetap tertarik untuk melakukan kegiatan pembelajaran Fisika. Secara ringkas, kerangka berpikir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 Bagan yang menunjukkan kerangka berpikir penelitian.

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Salah satu media pembelajaran yang biasa digunakan untuk membantu kegiatan praktikum adalah panduan praktikum. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan panduan praktikum berbantuan kartun, mendeskripsikan kelayakan dan karakteristiknya, serta untuk mengetahui keefektifan dan tingkat keefektifan produk terhadap peningkatan keterampilan proses sains siswa. Penelitian ini menggunakan metode *R&D*; pengujian produk menggunakan tipe *Posttest Only - Control Group Design*, yang dilakukan pada siswa kelas XI MIPA 4 dan XI MIPA 5 SMA Negeri 1 Ambarawa. Hasil penelitian ini adalah:

- (1) Panduan praktikum berbantuan kartun yang dikembangkan dalam penelitian ini dinyatakan sangat layak oleh para validator dalam aspek isi, penyajian, bahasa, dan grafis. Produk ini termasuk modul praktikum yang baik, sesuai dengan “Prinsip Visuals” (*visible, interesting, simple, useful, accurate, legitimate, dan structure*), disusun secara runtut untuk membimbing siswa melaksanakan kegiatan praktikum dan mengembangkan KPS, serta dilengkapi dengan beberapa fitur pendukung yang sesuai. Karakter kartun (bersama dengan gambar, ilustrasi, dan skema yang disisipkan dalam produk) ditujukan untuk menambah motivasi, memberi contoh gambaran visual, memperjelas dan memudahkan siswa memahami maksud kalimat, serta mengarahkan fokus pembaca. Indeks respons siswa terhadap penerapan panduan praktikum berbantuan kartun termasuk dalam kategori baik. Produk ini mampu membuat siswa senang dan tertarik untuk melakukan kegiatan praktikum.
- (2) Panduan praktikum berbantuan kartun efektif terhadap peningkatan keterampilan mengukur dan berkomunikasi. Sementara itu, produk ini kurang efektif terhadap peningkatan keterampilan mencatat data, menafsirkan data, dan membuat kesimpulan. Tingkat keefektifan produk terhadap peningkatan KPS yang dipelajari dalam penelitian ini masuk kategori rendah.

5.2 Saran

- (1) Panduan praktikum berbantuan kartun dapat dikembangkan dan dibuat lebih menarik lagi dengan menambah unsur estesisnya. Akan tetapi, unsur-unsur lain yang harus ada dalam media pembelajaran tidak boleh diabaikan.
- (2) Dalam penerapan panduan praktikum berbantuan kartun, sebaiknya guru lebih aktif dalam memantau pemahaman siswa terhadap materi pembelajaran yang menjadi landasan praktikum. Metode pembelajaran inkuiri terbimbing dapat dipilih sebagai salah satu alternatif untuk menambah efektifitas dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa.
- (3) Jika tugas pembuatan laporan praktikum dianggap terlalu berat untuk siswa, guru dapat melakukan beberapa penyesuaian seperti menggantinya dengan tugas presentasi hasil praktikum atau pembuatan laporan yang ditulis dengan diketik.

DAFTAR RUJUKAN

- Adisendjaja, Y. H., & Romlah, O. (2009). Peranan Praktikum dalam Mengembangkan Keterampilan Proses dan Kerja Laboratorium. *Makalah dipresentasikan pada pertemuan Musyawarah Guru Mata Pelajaran Biologi Kabupaten Garut, Jawa Barat*.
- Akamca, G. Ö., Ellez, A. M., & Hamurcu, H. (2009). Effects of Computer Aided Concept Cartoons on Learning Outcomes. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 296-301.
- Annafi, N. (2016). Pengaruh Penerapan LKPD Berbasis Inkuiri Terbimbing di MAN 1 Kota Bima. *Journal of EST*, 2(2), 98-104.
- Apriliani, A. E. (2017). *Analisis Keterampilan Proses Sains dalam Praktikum Kelarutan dan Hasil Kali Kelarutan Berbantuan Lembar Kerja Praktikum Siswa Berbasis Inkuiri Terbimbing*. (Skripsi, Universitas Negeri Semarang).
- Arikunto, S. (2013). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Arsyad, A. (2013). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta : PT Rajagrafindo Persada.
- Barus, P. K., & Imam P. (1995). *Fisika untuk Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama Kelas 2* (Vol. 3). Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Becker, W. E., Becker, S. R., & Watts, M. W. (Eds.). (2006). *Teaching Economics: More Alternatives to Chalk and Talk*. Edward Elgar Publishing. Diakses dari <https://book.google.co.id>.
- Brown, A. S., & Logan, C. (Eds.). (2006). *The Psychology of The Simpsons: D'oh!*. Benbella Books. Diakses dari <https://book.google.co.id>.
- Bruce, T. W. (1998). *Conducting Educational Research* (3rd Ed.). Chicago: Harcourth Brace Jonavaich Publisher.
- Connor, D. J. (2009). Creating Cartoons as Representation: Visual Narratives of College Students with Learning Disabilities. *Educational Media International*, 46(3), 185-205.
- Creswell, J. W. (2009). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Los Angles: Sage Publication.

- Cropley, A. J. (2001). *Creativity in Education and Learning: A Guide for Teachers and Educators*. Psychology Press.
- Dimiyati, & Moedjiono. (2002). *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Djamarah, S. B. (2000). *Guru dan Anak Didik dalam Interaksi Edukatif*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Eaton, J., & Uskul, A. K. (2004). Using The Simpsons to Teach Social Psychology. *Teaching of Psychology*, 31(4), 277-278.
- Fons, J. T. (2008). A Free-Form Power Experiment to Enhance Student Creativity. *The Physics Teacher*, 46(1), 36-37.
- Giancoli, D. C. (1998). *Fisika* (Vol.1, 5th Ed.). Diterjemahkan oleh Hanum, Y. 2001. Jakarta: Erlangga.
- Gluck, I.D. (1964). *Optics: The Nature and Applications of Light*. New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Gumilar, S., & Setiawan, W. (2016). Improving Concept Mapping Skill through Inquiry Instruction. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 12(2), 106-112.
- Gunawan, G., Harjono, A., & Imran, I. (2016). Pengaruh Multimedia Interaktif dan Gaya Belajar terhadap Penguasaan Konsep Kalor Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 12(2), 118-125.
- Hall, J. (2005). Homer Economicus: Using Simpsons to Improve Economic Instruction through Policy Anaysis. *Journal of Private Enterprise*, 20(Spring), 84-92.
- Halpern, P. (2007). *What's Science ever Done for Us?: What The Simpsons Can Teach Us about Physics, Robots, Life and The Universe*. New York: John Wiley.
- Hamalik, O. (Ed). (2008). *Kurikulum dan Pembelajaran*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Hamdayama, J. (2016). *Metodologi Pengajaran*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Hamzah, H., & Lamatenggo, N. (2011). *Teknologi Komunikasi dan Informasi Pembelajaran*. Jakarta: PT Bumi Askara.
- Hatika, R. G. (2016). Peningkatan Hasil Belajar Fisika dengan Menerapkan Model Pembelajaran Advance Organizer Berbantu Animasi Komputer. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 12(2), 13-117.

- Heyden, R. J. (2004). Approaches to Cell Biology: Developing Educational Multimedia. *Cell Biology Education*, 3(2), 93-98.
- Indonesia, PMPNR. (2009). No. 22 Tahun 2006. *Standar Isi untuk Satuan Pendidikan Dasar dan Menengah*.
- Jati, B. M. E. & Priyambodo, T. K. (2010). *Fisika Dasar: Listrik-Magnet, Optika, Fisika Modern untuk Mahasiswa Ilmu-Ilmu Eksakta & Teknik*. Yogyakarta: ANDI.
- Joyoatmoyo, S. (2006). Belajar Mandiri: Bekal untuk Menapak Jalan menuju Belajar Sepanjang Hayat. *Kuliah Perdana bagi Mahasiswa Baru Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 1:1-20. Surakarta: FKIP Universitas Sebelas Maret.
- Kabapinar, F. (2005). Effectiveness of Teaching via Concept Cartoons from The Point of View of Constructivist Approach. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 5(1), 135-146.
- Keogh, B., & Naylor, S. (1999). Concept Cartoons, Teaching and Learning in Science: An Evaluation. *International Journal of Science Education*, 21(4), 431-446.
- Klein, G., & Bauman, Y. (2010). *The Cartoon Introduction to Economics: Microeconomics* (Vol. 1). New York: Hill and Wang. Diakses dari <https://book.google.co.id>.
- Kompas. (2019). Skor PISA Terbaru Indonesia, Ini 5 PR Besar Pendidikan pada Era Nadiem Makarim. Jakarta: Kompas.com. <https://edukasi.kompas.com/read/2019/12/04/13002801/skor-pisa-terbaru-indonesia-ini-5-pr-besar-pendidikan-pada-era-nadiem-makarim?page=all>.
- Kozminski, J., Lewandowski, H., Beverly, N., Lindaas, S., Deardorff, D., Reagan, A., Dietz, R., Tagg, R., Zayas, M. E., Williams, J., Hobbs, R., & Zwickl, B. (2014). AAPT Recommendations for The Undergraduate Physics Laboratory Curriculum. *American Association of Physics Teachers*, 29.
- Kramer, M., Olson, D., & Walker, J. D. (2018). Design and Assessment of Online, Interactive Tutorials that Teach Science Process Skills. *CBE—Life Sciences Education*, 17(2), ar19.

- Larive, C. K. (2008). A Picture is Worth A Thousand Words: Animations and Simulations in The Teaching of Analytical Science. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 390(1), 71-75.
- Luccasen, R. A., & Thomas, M. K. (2010). Simpsonomics: Teaching Economics Using Episodes of The Simpsons. *The Journal of Economic Education*, 41(2), 136-149.
- LKPP. (2015). *Bahan Ajar, Buku Ajar, Modul, dan Panduan Praktik*. Makasar: Universitas Hasanuddin.
- Mawardi, M. (2019). Merancang Model dan Media Pembelajaran. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 8(1), 26-40.
- McClellan, P., Johnson, C., Rogers, R., Daniels, L., Reber, J., Slator, B. M., Terpstra, J., & White, A. (2005). Molecular and Cellular Biology Animations: Development and Impact on Student Learning. *Cell Biology Education*, 4(2), 169-179.
- McLaughlin, C. W. & Thompson, M. (1999). *Physical Science*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Mulyasa. (2006). *Implementasi Kurikulum 2004*. Bandung: Rosdakarya.
- NCES. (2016). *Programme for International Student Assessment (PISA)*, Vol. 5. Diakses dari <https://nces.ed.gov/surveys/pisa/pisa2015/index.asp>.
- No, U. U. (20). *Tahun 2003 Sistem Pendidikan Nasional*. Online at <http://www.slideshare.net/srijadi/uu-no-20-2003-sistem-pendidikan-nasional> [diakses 3/8/19].
- Nurfatimah, T. R. (2017). *Pengaruh Model Inkuiri Terbimbing (Guided Inquiry) terhadap Peningkatan Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas X SMA Negeri 1 Kasihan Bantul Pokok Bahasan Hukum Gravitasi Newton* (Skripsi, UIN Sunan Kalijaga).
- Nuryani, R. (2005). *Stratgi Belajar Mengajar Biologi*. Malang: UM Press.
- Nurseto, T. (2012). *Media Pembelajaran IPS*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Nursuhud, P. I. (2016). *Pengembangan Perangkat Praktikum Listrik Dinamis pada Mata Kuliah Eksperimen Fisika Materi Jembatan Wheatstone* (Skripsi, Universitas Negeri Semarang).

- O'day, D. H. (2006). Animated Cell Biology: A Quick and Easy Method for Making Effective, High-Quality Teaching Animations. *CBE—Life Sciences Education*, 5(3), 255-263.
- O'day, D. H. (2007). The Value of Animations in Biology Teaching: A Study of Long-Term Memory Retention. *CBE—Life Sciences Education*, 6(3), 217-223.
- OECD. (2016). *PISA 2015 Results: Excellence and Equity in Education* (Vol. I). Paper diterbitkan oleh OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264266490-en>.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Results: What Students Know and Can Do* (Vol. I Summary in Indonesian). Paper diterbitkan oleh OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/694c168b-id>.
- Oktafiani, D. (2018). *Desain Panduan Praktikum Kimia Berbasis Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dasar Peserta Didik Kelas XI* (Skripsi, Universitas Negeri Semarang).
- Oktafiani, P., Subali, B., & Edie, S. S. (2017). Pengembangan Alat Peraga Kit Optik Serbaguna (AP-KOS) untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 3(2), 189-200.
- Ostrom, R. (2004). Active Learning Strategies for Using Cartoons and Internet Research Assignments in Social Studies Courses. *Social Studies Review*, 43(2), 61.
- Pujianto, Sururi, A. M., Chasanah, R., & Abadi, R. (2016). *Fisika untuk SMA/MA Kelas XI Peminatan Matematika dan Ilmu-Ilmu Alam*. Klaten: PT Intan Perwira.
- Purwanto, D. (2013). Pengembangan Media Komik IPA Terpadu Tema Pencemaran Air sebagai Media Pembelajaran untuk Siswa SMP Kelas VII. *Pendidikan Sains*, 1(01).
- Purwita, A. P. (2015). *Efektivitas Pembelajaran dengan Metode Eksperimen untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains* (Skripsi, Universitas Negeri Semarang).
- Richey, R. C., & Klein, D. J. (2009). *Design and Development Research*. New York: Routledge.

- Rizkianawati, A. (2015). *Implementasi Model Pembelajaran Multidimensional pada Pembelajaran Fisika untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa* (Skripsi, Universitas Negeri Semarang).
- Rusilowati, A., Nugroho, S. E., & Susilowati, S. M. (2016). Development of Science Textbook Based on Scientific Literacy for Secondary School. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 12(2), 98-105.
- Sadiman, A. S. (2009). *Media Pendidikan: Pengertian, Pengembangan, dan Pemanfaatannya*. Depok: PT RajaGrafindo Persada.
- Safitri, F. (2019). *Pengembangan Modul IPA Berbasis SETS untuk Meningkatkan Minat dan Kemampuan Literasi Sains Siswa* (Skripsi, Universitas Negeri Semarang).
- Sani, R. A. (2013). *Inovasi Pembelajaran*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sanjaya, W. (2008). *Perencanaan dan Desain Sistem Pembelajaran*. Jakarta: Prenada Media Group.
- Sanjaya, W. (2012). *Media Komunikasi Pembelajaran*. Jakarta: Kencana.
- Schaum, D. (Ed.). (1977). *Schaum's Outline of Theory and Problems of College Physics* (SI, Metric, Ed.). New York: McGraw-Hill Book Company.
- McCloud, S. (2001). *Understanding Comic*. Jakarta: Gramedia.
- Sears, F. W. & Zemansky, M. W. (1959). *College Physics* (3rd ed.). London: Addison-Wesley Publishing Company.
- Siswanto, Slamet, W., Darjatiningsih, I., & Mulyana, B. (2018). *Fisika SMA*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Slavin, R. E. (1996). Research on Cooperative Learning and Achievement: What We Know, What We Need to Know. *Contemporary Educational Psychology*, 21(1), 43-69.
- Sudijono, A. (2008). *Pengantar Statistik Pendidikan*. Depok: RajaGrafindo Persada.
- Sudijono, A. (2014). *Pengantar Statistik Pendidikan* (Rev.). Depok: RajaGrafindo Persada.

- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian & Pengembangan (Research and Development) untuk Bidang Pendidikan, Manajemen, Sosial, Teknik*. Bandung: Alfabeta.
- Sulcoski, J. W. & Rash F. J. (1966). *Experiments in Physics*. USA: Burgess Publishing Company.
- Sumantri, M. & Permana, J. (2001). *Strategi Belajar Mengajar*. Bandung: CV Maulana.
- Sundayana, R. (2015). *Statistika Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Sutrisno. (2006). *Fisika dan Pembelajarannya*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Thiagarajan, S., Semmel, D.S., & Semmel, M.I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Minnesota: Leadership Training Institute, Special Education, University of Minnesota.
- Tim Dosen Fisika Dasar UNNES. (2018). *Buku Panduan Praktikum Fisika Dasar untuk Mahasiswa Pendidikan IPA*. Semarang: Laboratorium Fisika Dasar.
- Tim Fisika. (2008). *Fisika untuk SMA/MA Kelas X Semester 2 (Vol.1)*. Jakarta: Multi Grafika.
- Trumper, R. (2003). The Physics Laboratory—A Historical Overview and Future Perspectives. *Science & Education*, 12(7), 645-670.
- Undang-Undang, R. I. (2003). No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional. Bandung: Citra Umbara.
- Unhas, LKPP. (2015). *Bahan Ajar, Buku Ajar, Modul, dan Panduan Praktik*.
- Usman, U. M. (2008). *Menjasi Guru Profesional*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Usman, U. M. & Setiawati, L. (2008). *Upaya Optimalisasi Kegiatan Belajar Mengajar*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. London: Harvard University Press. Diakses dari <https://books.google.co.id/> [diakses 25 Februari 2019]

- Waluyanto, H. D. (2006). Komik sebagai Media Komunikasi Visual Pembelajaran. *Nirmana*, 7(1).
- Wena, M. (2011). *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer (Suatu Tinjauan Konseptual Operasional)* (1st Ed., 5th copy). Jakarta: Bumi Aksara.
- Wilcox, B. R., & Lewandowski, H. J. (2017). Developing Skills versus Reinforcing Concepts in Physics Labs: Insight from A Survey of Students' Beliefs about Experimental Physics. *Physical Review Physics Education Research*, 13(1), 010108.
- Xue, G., & Lingling, L. (2018). A Comparative Study on Cooperative Learning in Multimedia and Network Environment Used by English Majors between China Mainland and Taiwan. *Advances in Language and Literary Studies*, 9(1), 127-135.
- Yazid, I. (2018). *Peningkatan Kemampuan Koneksi Matematis dan Self-Efficacy Siswa SMA melalui Model Pembelajaran React (Relating, Experiencing, Applying, Cooperating, Transferring)* (Skripsi, FKIP UNPAS).
- Yulianti, D., Marfu'ah, S., & Yulianto, A. (2015). Development of Physics Student Work Sheet (SWS) to Build Science Process Skill Valued Conservation. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 11(2), 126-133.
- Zhang, Y. A. (2012). Developing Animated Cartoons for Economic Teaching. *Journal of University Teaching & Learning Practice*, 9(2), 5.