

▶ Laporan Penelitian Individual

# **PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA DASAR KONTEKS BIOLOGI BERBASIS SCIENTIFIC CREATIVITY**



**ANDI FADLLAN, S.Si., M.Sc.  
NIP. 198009152005011006**

**Dibiayai dengan Anggaran DIPA-BOPTN  
UIN Walisongo Semarang  
Tahun 2018**



**LP2M**  
UIN Walisongo

**LAPORAN PENELITIAN INDIVIDUAL**

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA DASAR**  
**KONTEKS BIOLOGI BERBASIS**  
***SCIENTIFIC CREATIVITY***



**Oleh:**

**Andi Fadllan, S.Si., M.Sc.**  
**NIP. 19800915 200501 1006**

**DIBIYAI DENGAN ANGGARAN DIPA-BOPTN**  
**UIN WALISONGO SEMARANG**  
**TAHUN 2018**



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG  
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN  
KEPADA MASYARAKAT

Jalan Walisongo No. 3-5 Telp.7601292 Semarang 50185  
email:lp2m@walisongo.ac.id

---

**SURAT KETERANGAN**

Nomor : B-889/Un.10.0/L.1/TL.03/11/2018

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LP2M) UIN Walisongo Semarang, dengan ini menerangkan bahwa penelitian yang dibiayai oleh Anggaran DIPA-BOPTN Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Tahun 2018 dengan judul:

**PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA DASAR KONTEKS BIOLOGI  
BERBASIS SCIENTIFIC CREATIVITY**

adalah benar-benar merupakan hasil Penelitian Dasar Pengembangan Program Studi yang dilaksanakan oleh:

Nama : Andi Fadllan, S.Si., M. Sc.  
NIP : 19800915 200501 1 006  
Pangkat/Jabatan : Penata Tk. I (III/d) / Lektor  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 6 November 2018

A.n Ketua  
Sekretaris

MOH. FAUZI

## **PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Fadllan, S.Si., M.Sc.

NIP : 19800915 200501 1006

Fakultas : Sains dan Teknologi

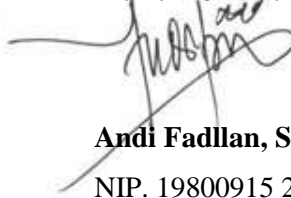
Pangkat/Golongan : Penata Tk. I (III-d)

Jabatan : Lektor

menyatakan bahwa laporan penelitian individual ini secara keseluruhan adalah hasil penelitian/karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang, 14 November 2018

Saya yang menyatakan,



**Andi Fadllan, S.Si., M.Sc.**

NIP. 19800915 200501 1006

## ABSTRAK

Pembelajaran Fisika Dasar pada Program Studi Biologi dan Pendidikan Biologi UIN Walisongo belum menggunakan bahan ajar yang mengakomodasi kebutuhan mahasiswa terhadap konteks Biologi sehingga mahasiswa skeptis terhadap relevansi matakuliah ini dengan biologi. Guna mengatasi hal tersebut, telah dilakukan pengembangan bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi berbasis *scientific creativity* melalui pendekatan *Research and Development*. Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui proses pengembangan bahan ajar, menemukan model bahan ajar dan menguji kualitasnya, serta mengetahui respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar. Data penelitian diperoleh dari mahasiswa dan validator ahli menggunakan wawancara dan angket.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, 1) Bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi berbasis *scientific creativity* dikembangkan dengan model ADDIE; 2) Sistematika bahan ajar yang dikembangkan: (a) Sampul Bahan Ajar; (b) Prakata; (c) Daftar Isi; (d) Daftar Gambar; (e) Daftar Tabel; (f) Bab (Judul bab, Materi, Aktivitas *Scientific Creativity*, Uji Kompetensi); dan (g) Daftar Pustaka; 3) Kualitas bahan ajar yang dikembangkan termasuk baik. Skor rata-rata hasil validasi kelayakan bahan ajar 3,46 dengan kriteria Sangat Layak (ahli materi I) dan 3,17 dengan kriteria Layak (ahli materi II). Skor rata-rata pada aspek kelayakan isi 3,39, pada aspek kelayakan penyajian 3,33, pada aspek kelayakan bahasa 3,17, dan pada aspek *scientific creativity* 3,38; 4) Respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar termasuk dalam kategori baik. Skor rata-rata respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar 3,16 dengan skor rata-rata pada aspek tampilan bahan ajar 3,13, pada aspek materi bahan ajar 3,24, dan pada aspek bahasa 3,20.

**Kata kunci:** bahan ajar, fisika dasar, biologi, *scientific creativity*

## PRAKATA

*Assalaamu'alaikum wr. wb.,*

Kreativitas merupakan salah satu keterampilan abad ke-21 yang perlu dimiliki oleh mahasiswa dalam menghadapi problem kehidupan yang semakin kompleks dan tidak linier. Kreativitas ilmiah atau *scientific creativity* dapat tumbuh dan berkembang melalui lingkungan pembelajaran yang menarik dan menantang. Hal ini dapat tercapai jika bahan ajar yang digunakan mendorong mahasiswa untuk mengajukan pertanyaan-pertanyaan dan menghasilkan ide atau gagasan baru dan berbeda dari umumnya.

Kebutuhan mahasiswa Biologi dan Pendidikan Biologi terhadap bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi sangat tinggi. Terlebih jika melihat realita bahwa pembelajaran Fisika Dasar selama ini lebih berbasis kalkulus dan secara akademik kurang mendukung pemahaman mereka terhadap materi Biologi. Oleh karenanya, penelitian ini menjadi salah satu cara untuk mengatasi problem bahan ajar Fisika Dasar bagi mahasiswa Biologi dan Pendidikan Biologi di UIN Walisongo Semarang.

Peneliti menyampaikan terima kasih atas dukungan UIN Walisongo yang memberikan bantuan dana melalui anggaran DIPA-BOPTN Tahun 2018. Tak lupa, ucapan terima kasih juga peneliti sampaikan kepada seluruh validator dan responden yang telah menjadi sumber data dalam penelitian ini. Peneliti menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna. Beberapa analisis data belum mampu mengungkap secara detail model bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi yang mendorong berkembangnya *scientific creativity* mahasiswa. Oleh karenanya, peneliti berharap agar penelitian ini dapat ditindaklanjuti sehingga dapat memperkaya hasil penelitian yang sudah diperoleh.

*Wassalaamu'alaikum wr. wb.*

Semarang, 14 November 2018  
Peneliti

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	~ i
SURAT KETERANGAN	~ ii
PERNYATAAN KEASLIAN	~ iii
ABSTRAK	~ iv
PRAKATA	~ v
DAFTAR ISI	~ vi
DAFTAR GAMBAR	~ viii
DAFTAR TABEL	~ x
BAB I	PENDAHULUAN ~ 1
A.	Latar Belakang Masalah ~ 1
B.	Rumusan Masalah ~ 10
C.	Tujuan dan Manfaat ~ 10
D.	Signifikansi ~ 11
BAB II	KAJIAN PUSTAKA ~ 13
A.	Kajian Penelitian Terdahulu ~ 13
B.	Landasan Teori ~ 17
1.	Fisika Dasar Konteks Biologi ~ 17
2.	<i>Scientific Creativity</i> dalam Pembelajaran Fisika ~ 25
a.	<i>Scientific Creativity</i> dan Elemen-elemennya ~ 34
b.	Pengukuran <i>Scientific Creativity</i> ~ 37
3.	Bahan Ajar Fisika Dasar Berbasis <i>Scientific Creativity</i> ~ 50
a.	Tujuan, Karakteristik, dan Jenis Bahan Ajar Fisika ~ 53
b.	Prinsip Pengembangan Bahan Ajar Fisika ~ 61

c. Model Bahan Ajar Fisika Dasar *Berbasis Scientific Creativity* ~ 65

BAB III METODE PENELITIAN ~ 69

- A. Jenis dan Pendekatan ~ 69
- B. Sumber dan Teknik Pengumpulan Data ~ 69
- C. Prosedur Penelitian ~ 70
- D. Instrumen Penelitian ~ 71
- E. Teknik Analisis Data ~ 76

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ~ 79

- A. Data Hasil Penelitian ~ 79
- B. Pembahasan ~ 89
  - 1. Penggunaan Bahan Ajar pada Matakuliah Fisika Dasar di UIN Walisongo Semarang ~ 90
  - 2. Penyusunan Bahan Ajar Fisika Dasar Konteks Biologi Berbasis *Scientific Creativity* ~ 92
  - 3. Validasi Kelayakan Bahan Ajar Fisika Dasar Konteks Biologi Berbasis *Scientific Creativity* ~ 103
  - 4. Respon Mahasiswa terhadap Penggunaan Bahan Ajar Fisika Dasar Konteks Biologi Berbasis *Scientific Creativity* ~ 112

BAB V PENUTUP ~ 116

- A. Simpulan ~ 116
- B. Saran ~ 117

DAFTAR PUSTAKA ~ 120

LAMPIRAN-LAMPIRAN ~ 125



## DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1. Kemungkinan munculnya tanggapan dari pertanyaan yang diberikan ~ 39
- Gambar 2.2. Diagram konsep *The Taxonomy of Creative Design* ~ 42
- Gambar 2.3. Langkah kegiatan model AGA ~ 67
- Gambar 3.1. Model ADDIE ~ 71
- Gambar 4.1. Contoh materi bahan ajar Hukum Pascal dengan MsPowerPoint (Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd.) ~ 91
- Gambar 4.2. Contoh penerapan Hukum Pascal pada tensimeter (Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd.) ~ 92
- Gambar 4.3. Sampul bahan ajar ~ 96
- Gambar 4.4. Materi pada Subbab “Tekanan Hidrostatik” ~ 97
- Gambar 4.5. Penerapan konsep fluida kontraksi hidrostatik pada cacing ~ 98
- Gambar 4.6. Kegiatan yang mendorong pengembangan aspek *fluency* dan *flexibility* ~ 99
- Gambar 4.7. Kegiatan yang mendorong pengembangan aspek *originality* dan *elaboration* ~ 101
- Gambar 4.8. Teks pengantar di bab IV (a) sebelum revisi, (b) setelah revisi ~ 107
- Gambar 4.9. Teks pengantar di subbab Gaya dan Tekanan pada Fluida Statis (a) sebelum revisi, (b) setelah revisi ~ 108
- Gambar 4.10. Penulisan lambang dan persamaan (a) sebelum revisi, (b) setelah revisi ~ 109
- Gambar 4.11. Tegangan permukaan beberapa fluida (a) sebelum revisi, (b) sesudah revisi ~ 110
- Gambar 4.12. Keterangan gambar bejana berhubungan (a) sebelum revisi, (b) sesudah revisi ~ 111
- Gambar 4.13. Penulisan istilah asing (a) sebelum revisi, (b)

sesudah revisi ~ 112

## DAFTAR TABEL

- Tabel 3.1. Kisi-kisi instrumen validasi kelayakan bahan ajar ~ 72
- Tabel 3.2. Kisi-kisi angket respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar ~ 75
- Tabel 3.3. Kriteria tingkat kelayakan bahan ajar ~ 77
- Tabel 3.4. Kriteria tingkat respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar ~ 78
- Tabel 4.1. Hasil validasi kelayakan bahan ajar ~ 81
- Tabel 4.2. Respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar ~ 87
- Tabel 4.3. Hasil validasi kelayakan bahan ajar ~ 103
- Tabel 4.4. Hasil angket respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar ~ 113

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Gagasan bahwa sains adalah usaha kreatif sudah tidak bisa dibantah lagi. Sebab, ide-ide ilmiah merupakan hasil pemikiran bebas manusia, yang terus berkembang seolah tanpa batas. Selama manusia masih menggunakan akalunya untuk berpikir, maka selama itu pula kreativitas akan tetap ada mewarnai hidup manusia. Einstein dan Infeld mengatakan, "Konsep-konsep fisika adalah ciptaan bebas dari pikiran manusia, yang secara unik tidak ditentukan oleh pengaruh dunia luar".<sup>1</sup> Penemuan konsep dan teori-teori seringkali membutuhkan lompatan imajinatif yang luar biasa dan tidak mengikuti patron atau pola yang ada. Postulat Einstein yang menyatakan bahwa cahaya tersusun dari kuantum yang disebut foton berdasarkan eksperimen Efek Fotolistrik merupakan salah satu bukti kreativitas dalam sejarah perkembangan fisika dunia. Penemuan inilah yang kemudiann merombak cara pandang ilmuwan pada saat itu tentang cahaya sehingga mendorong berkembangnya teori kuantum mekanik. Selain kreativitas dalam bentuk yang besar, kegiatan ilmiah sehari-hari, seperti penemuan dan pemecahan masalah, pembentukan hipotesis, dan pemodelan juga memerlukan pemikiran kreatif/imajinatif meskipun tidak baru sama sekali. Misalnya, seorang ibu akan membuat masakan untuk keluarganya. Ketika membuka persediaan sayuran dan bumbu dapur, ia mendapati ada beberapa bumbu yang sudah habis, sementara waktu sudah tidak memungkinkan untuk berbelanja. Melihat kondisi tersebut, ibu berkesperimen membuat masakan sesuai dengan bumbu yang ada hingga menjadi jenis makanan baru. Oleh karenanya, tidak heran jika kemudian berkembang

---

<sup>1</sup> Hadzigeorgiou Y., Fokialis P., & Kabouropoulou M., "Thinking about Creativity in Science Education", *Creative Education*, Vol. 3, No. 5, 2012, h. 603.

berbagai variasi masakan meski dengan bahan dasar dan komposisi yang sama, hanya berbeda dalam proses pembuatan dan penyajiannya. Masyarakat Jawa misalnya, telah mampu membuat singkong menjadi berbagai jenis makanan, mulai dari *thiwul*, *klepon*, *combro*, *tape*, *cenil*, *ongol-ongol*, *sawut*, *cemplon*, *rondho royal*, dan *gethuk* dengan berbagai variannya.

Proses belajar-mengajar dengan segala kompleksitasnya adalah tempat inheren berpikir kreatif. Kreativitas muncul secara spontan melalui pembelajaran dalam situasi yang menantang dan sangat spesifik.<sup>2</sup> Perguruan tinggi memegang peranan penting dan diharapkan mampu menghasilkan tenaga ahli yang tangguh dan kreatif dalam berbagai bidang ilmu yang mampu menjawab tantangan pembangunan dengan bekal ilmu dan kemampuan yang dimilikinya. Tugas perguruan tinggi bukan hanya menyampaikan pengetahuan kepada mahasiswa untuk dihafalkan dan dilestarikan, tetapi membentuk mahasiswa menjadi pribadi dan komunitas yang mampu berpikir kritis, memahami dirinya, mengembangkan potensi dirinya, sehingga kompeten dalam memecahkan masalah kehidupan yang sedang dihadapi dan di dalam tugas-tugas masa depan. Oleh karenanya, *learning for creativity* seharusnya menjadi salah satu tujuan utama pembelajaran di perguruan tinggi. Banyak pendekatan, strategi, metode, atau model pembelajaran yang dapat diterapkan dalam upaya menumbuhkan kreativitas mahasiswa tersebut, di antaranya 'brainstorming' dan 'pendekatan open-ended'.<sup>3</sup> *Brainstorming* atau curah gagasan adalah teknik kreativitas yang

---

<sup>2</sup> Jackson N. "Creativity in Higher Education: What's The Problem?", *The Magazine of the Staff and Educational Development Association Ltd (SEDA)*, Vol. 7, No. 1, h. 1.

<sup>3</sup> Thaninayagam V., "Science Creativity in Higher Education, Namakkal District", *Indian Journal of Applied Research*, Vol. 4, No. 11, 2014, h. 1.

mengupayakan pencarian solusi dari suatu masalah tertentu dengan mengumpulkan gagasan-gagasan secara spontan dari anggota kelompok. *Brainstorming* ini pertama kali dipopulerkan oleh Alex F. Osborn, seorang pakar bidang periklanan pada awal dasawarsa 1940-an. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan *brainstorming* adalah metode, insentif bagi para peserta, dan hambatan yang mungkin muncul. Sedangkan pendekatan *open-ended* adalah sebuah pendekatan pembelajaran menggunakan masalah terbuka (*open-ended problem*), di mana satu masalah memiliki banyak solusi atau cara penyelesaiannya. Pendekatan ini diperkenalkan pertama kali di Jepang pada tahun 1971. Kemudian pada rentang antara tahun 1971 hingga 1976, para peneliti melakukan serangkaian proyek pengembangan berpikir tingkat tinggi untuk pendidikan matematika menggunakan pendekatan *open-ended*.<sup>4</sup>

Problem kreativitas tidak hanya ditemukan pada pendidikan dasar dan menengah, tetapi juga terjadi di pendidikan tinggi. Beberapa problem kreativitas yang ditemukan di perguruan tinggi di antaranya adalah; 1) *being imaginative*, yakni menghasilkan ide-ide baru, berpikir di luar kebanyakan orang (*out of the box*), mencari di luar, melihat dunia dengan cara yang berbeda sehingga dapat mengeksplorasi dan memahami lebih baik, 2) *being original*, yang bermakna adanya kualitas kebaruan, misalnya: menemukan dan memproduksi hal-hal baru atau mengadaptasi hal-hal yang telah diciptakan orang lain; melakukan hal-hal belum pernah dilakukan sebelumnya; melakukan hal-hal yang telah dilakukan sebelumnya tetapi berbeda; dan gagasan-gagasan penting, yakni ada tingkat dan pengertian yang berbeda tentang arti namun kegunaan dan nilainya

---

<sup>4</sup> Inprasitha, M., "Open-Ended Approach And Teacher Education, *Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics*, Vol. 25, 2006, h. 169.

menyeluruh, 3) *exploring, experimenting, and taking risks*, yakni proses mencari untuk menemukan sesuatu yang belum atau tidak diketahui dengan keberanian mengambil risiko, 4) mengolah, menganalisis, mensintesis data/situasi/ide/konteks untuk melihat dunia secara berbeda dan berpikir kritis untuk memahami lebih baik, 5) *communicating*, seringkali dilakukan melalui penceritaan yang membantu orang melihat dunia yang telah dibuat.

Pentingnya kreativitas untuk dikembangkan dan ditingkatkan pada individu menurut Guilford adalah membuat individu lancar dan luwes dalam berpikir, mampu melihat suatu masalah dari berbagai sudut pandang dan mampu melahirkan banyak gagasan.<sup>5</sup> Kreativitas sebagian besar terkait dengan 'produksi divergen' yang mengarah ke sejumlah solusi dari masalah tertentu, seperti 'produksi konvergen', di mana informasi mengarah ke jawaban yang tepat tunggal. Menurutnya, kreativitas terkait empat faktor kemampuan utama, yakni *fluency* (kemampuan untuk menghasilkan sejumlah tanggapan yang valid), *flexibility* (kemampuan untuk menghasilkan berbagai tanggapan), *originality* (kemampuan untuk menghasilkan tanggapan langka), dan *elaboration* (kemampuan untuk membangun obyek yang kompleks atas dasar konstruksi sederhana). Sementara itu, Torrance mengusulkan tiga fitur utama dari kreativitas, yaitu: kelancaran, fleksibilitas, dan orisinalitas.<sup>6</sup>

Selama ini masyarakat sering beranggapan bahwa kreativitas tidak diperlukan dalam belajar sains. Dalam mempelajari fisika misalnya, siswa cukup mempelajari

---

<sup>5</sup> Munandar, *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*, (Jakarta: PT Rineka Cipta, 2004).

<sup>6</sup> Pekmez E.S., Aktamiz H., & Taskin B.C., "Exploring Scientific Creativity of 7<sup>th</sup> Grade Students", *Journal of Qafqaz University*, Vol. 26, 2009, h. 204.

beragam persamaan untuk selanjutnya dihafalkan dan digunakan dalam penyelesaian soal tes. Dengan anggapan seperti ini, tentu tidak mengherankan jika bimbingan belajar atau “bimbingan tes” tumbuh subur di masyarakat. Orientasi belajar masyarakat tidak lebih dari sekedar memperoleh prestasi atau nilai hasil belajar yang baik. Dengan demikian, makna belajar telah tereduksi menjadi kumpulan angka hasil belajar. Padahal makna belajar sesungguhnya adalah suatu proses perubahan kepribadian manusia dan perubahan tersebut ditampakkan dalam bentuk peningkatan kualitas dan kuantitas tingkah laku, seperti peningkatan kecakapan, pengetahuan, sikap, kebiasaan, pemahaman, ketrampilan, daya pikir, dan kemampuan-kemampuan yang lain. Kreativitas, keterampilan berkomunikasi, kerjasama, dan kolaborasi menjadi bagian yang tidak boleh dilupakan dalam belajar seseorang. Oleh karena itu, anggapan bahwa pembelajaran sains tidak memerlukan kreativitas sangatlah tidak tepat.

Anggapan masyarakat bahwa kreativitas tidak berkaitan dengan sains terbantahkan oleh berbagai penelitian yang telah dilakukan, salah satunya oleh Meador yang menyatakan bahwa pembelajaran sains memiliki keterkaitan yang sangat erat dengan kreativitas sehingga ada peluang untuk mendorong kreativitas dalam pembelajaran sains.<sup>7</sup> National Education Commission (1964-1966) atau yang lebih dikenal dengan Kothari Commission merekomendasikan perlunya pengembangan berpikir kreatif sebagai salah satu tujuan pendidikan sains.<sup>8</sup> Kothari Commission adalah komisi ad hoc

---

<sup>7</sup> Meador K.S., “Thinking Creatively about Science Suggestions for Primary Teachers” *Gifted Child Today*, Vol. 26, No. 1, 2003, h. 25.

<sup>8</sup> Mukhopadhyay R. & Sen M.K., “Scientific creativity – A New Emerging Field of Research: Some Considerations”, *International Journal of Education and Psychological Research*, Vol. 2, No. 1, 2013, h. 1.



yang dibentuk oleh Pemerintah India untuk memeriksa semua sektor pendidikan di India, mengembangkan pola pendidikan umum dan memberikan pedoman dan kebijakan untuk pengembangan pendidikan di India. Oleh karena itu, kreativitas dalam pendidikan sains menjadi bidang independen dalam penelitian kreativitas, yang berbeda dengan kreativitas dalam seni, manajemen, bisnis, dan bidang-bidang lainnya.

*Scientific creativity* atau kreativitas saintifik merujuk pada upaya guru sains mendorong siswa untuk berpikir kreatif atau memberikan kesempatan siswa dalam menghasilkan sesuatu secara mandiri dengan berpikir kreatif.<sup>9</sup> Kreativitas dalam konteks pendidikan sains ini harus mencerminkan sebanyak mungkin gagasan kreatif ilmiah. Sementara itu, ada pandangan bahwa pendekatan apapun untuk kreativitas saintifik dalam konteks sains harus memuat penelitian ilmiah yang autentik, bermakna dan sesuai dengan kebutuhan dan kemampuan siswa.<sup>10</sup> Hal seperti inilah yang diharapkan juga terjadi dalam pembelajaran fisika.<sup>11</sup> Namun, realitas menunjukkan bahwa pembelajaran sains baik di tingkat dasar, menengah, maupun perguruan tinggi mengalami masalah yang sama, yakni belum melatih siswa atau mahasiswa untuk

---

<sup>9</sup> Hadzigeorgiou Y., Fokialis P., & Kabouropoulou M., "Thinking about Creativity in Science Education", *Creative Education*, Vol. 3, No. 5, 2012, h. 603.

<sup>10</sup> Kind P. & Kind V., "Creativity in Science Education: Perspectives and Challenges for Developing School Science", *Studies in Science Education*, Vol. 43, 2007, h. 1.

<sup>11</sup> Alrubaie F. & Daniel E.G.S. "Developing a Creative Thinking Test for Iraqi Physics Students", *International Journal of Mathematics and Physical Sciences Research*, Vol. 2, No. 1, 2014, h. 80.

terlibat dalam kegiatan eksplorasi<sup>12</sup>, pemecahan masalah, pengambilan keputusan, dan berpikir secara komprehensif dan kreatif.

Selain berorientasi pada pengembangan kreativitas saintifik, pembelajaran sains juga diarahkan pada pembelajaran sains lintas disiplin. *The National Academic* (2009), *National Research Council* (2003) dan AAMC-HHMI (2009) merekomendasikan agar pembelajaran sains dilaksanakan secara lintas disiplin (interdisipliner atau multidisipliner).<sup>13</sup> Hal ini dimaksudkan agar muncul kesadaran pada diri peserta didik bahwa bidang-bidang ilmu dalam sains saling berkaitan dan membutuhkan. Berpijak dari pemikiran tersebut, beberapa perguruan tinggi telah menerapkan pembelajaran sains interdisipliner, salah satunya dalam bentuk matakuliah *Introductory Physics for Life Science* (IPLS) untuk mahasiswa rumpun sains (*life sciences*). Matakuliah IPLS ini berbeda dengan matakuliah *Introductory Physics* bagi mahasiswa fisika dan teknik yang lebih menekankan pada *Calculus-based Introductory Physics*.<sup>14</sup> Bahkan, *Conference on Physics in Undergraduate Quantitative Life Science Education*, *American Physical Society*, dan *The American Association of Physics Teachers* telah menyediakan program bagi pengembang dan instruktur kurikulum untuk berbagi

---

<sup>12</sup> Nasri N.M., Yusof Z.M., Ramasamy S., & Hallim L., "Uncovering Problems Faced by Science Teacher", *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 9, 2010, h. 670.

<sup>13</sup> Watkins J., Coffey J.E., Redish E.F. & Cooke T.J., "Disciplinary Authenticity: Enriching the Reforms of Introductory Physics Courses for Life-Science Students", *Physics Education Research*, Vol. 8, No. 1, 2012, h. 1554.

<sup>14</sup> Meredith D.C. & Bolker J.A., "Rounding off the Cow: Challenges and Successes in an Interdisciplinary Physics Course for Life Science Students", *American Journal of Physics*, Vol. 80, 2012, h. 913.

materi dan pendekatan yang menghubungkan lebih banyak disiplin ilmu dengan biologi.<sup>15</sup>

Matakuliah IPLS dan matakuliah fisika lainnya selama ini jarang menunjukkan bagaimana ide-ide fisika bekerja untuk biologi. Jika terdapat beberapa contoh terkait biologi, matakuliah tersebut juga jarang mengungkapkan bagaimana fisika memberikan wawasan ke dalam biologi. Konsep mendasar seperti energi dan entropi biasanya diajarkan dengan fokus terbatas sehingga tidak relevan dengan biologi. Akhirnya, topik penting untuk mahasiswa biologi, seperti fluida statis dan dinamis, difusi, dan efek dielektrik pada interaksi listrik diajarkan secara dangkal atau dihilangkan sama sekali. Penelitian tentang pembelajaran menunjukkan bahwa menempatkan fisika dalam konteks biologi sangat penting bagi mahasiswa biologi untuk memahami fisika dengan baik. Untuk mahasiswa biologi atau kedokteran, matakuliah IPLS yang efektif harus menjangkau prinsip-prinsip fisika dalam konteks biologi yang bermakna.

Matakuliah *Introductory Physics* serupa dengan matakuliah Fisika Dasar di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo. Matakuliah ini merupakan matakuliah wajib bagi mahasiswa semester awal pada Program Studi rumpun Sains (Fisika, Kimia, dan Biologi) dan menjadi fondasi bagi pengembangan rekayasa, disain, perencanaan, teknologi dan berperan dalam mengembangkan daya pikir mahasiswa. Bagi mahasiswa Program Studi Fisika atau Pendidikan Fisika, matakuliah ini tidak menjadi beban mengingat mereka telah memahami konsekuensi sebagai mahasiswa Fisika. Namun, bagi mahasiswa program studi selain Fisika dan Pendidikan Fisika, pembelajaran Fisika Dasar menjadi sangat berat dan

---

<sup>15</sup> Watkins J., Coffey J.E., Redish E.F. & Cooke T.J., "Disciplinary Authenticity: Enriching the Reforms of Introductory Physics Courses for Life-Science Students", *Physics Education Research*, Vol. 8, No. 1, 2012, h. 1554.

seperti tidak diharapkan kehadirannya. Penggunaan standar yang sama dengan mahasiswa fisika, yakni tuntutan memiliki kompetensi layaknya mahasiswa fisika dalam mempelajari Fisika Dasar menjadi salah satu alasannya.

Masalah mendasar dalam pembelajaran Fisika Dasar pada mahasiswa Program Studi non Fisika, khususnya Program Studi Biologi dan Pendidikan Biologi adalah belum adanya pemahaman yang sama di antara para dosen pengampu tentang model pembelajaran, bahan ajar, dan media yang digunakan. Pendekatan pembelajaran Fisika Dasar yang digunakan lebih menekankan pada pendekatan kalkulus daripada pendekatan dengan konteks Biologi.<sup>16</sup> Selain itu, bahan ajar yang digunakan juga belum mengadopsi kebutuhan mahasiswa Biologi pada umumnya. Bahkan, terdapat kelas Fisika Dasar yang tidak menggunakan bahan ajar. Akibatnya, mahasiswa Biologi merasa skeptis terhadap relevansi matakuliah Fisika dan Matematika dengan kebutuhan akademik mereka.<sup>17</sup> Mahasiswa tidak melihat matakuliah Fisika Dasar penting bagi mereka dalam membantu memahami konsep-konsep biologi yang terkait. Oleh karena itu, berpijak dari permasalahan ini, peneliti memandang perlu dikembangkan bahan ajar Fisika Dasar Konteks Biologi berbasis *scientific creativity* untuk mahasiswa Biologi dan Pendidikan Biologi UIN Walisongo Semarang.

---

<sup>16</sup> Crouch C.H. & Heller K., “Introductory Physics in Biological Context: An Approach to Improve Introductory Physics for Life Science Students”, *American Journal of Physics*, Vol. 82, No. 5, 2014, h. 378.

<sup>17</sup> Mochrie S.G.J., “Vision and Change in Introductory Physics for the Life Sciences”, *American Journal of Physics*, Vol. 84, No. 7, 2016, h. 542.

## **B. Rumusan Masalah**

Sesuai dengan uraian latar belakang dan identifikasi masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah,

1. Bagaimana pengembangan bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi berbasis *scientific creativity*?
2. Bagaimana model bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi berbasis *scientific creativity*?
3. Bagaimana kualitas bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi berbasis *scientific creativity*?
4. Bagaimana respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi berbasis *scientific creativity*?

## **C. Tujuan dan Manfaat**

### **1. Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses pengembangan bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi berbasis *scientific creativity*, menemukan model bahan ajar dan menguji kualitasnya, serta mengetahui respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar tersebut.

### **2. Manfaat**

Hasil penelitian ini diharapkan memberi manfaat baik secara teoritis maupun secara praktis. Secara teoritis, hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian keterpaduan sains interdisipliner khususnya dalam bidang sains, yakni ilmu Fisika dan Biologi dan kreativitas ilmiah di perguruan tinggi. Sedangkan secara praktis, bahan ajar yang dihasilkan dapat digunakan oleh dosen dan mahasiswa Biologi, Pendidikan Biologi, atau kedokteran sebagai sumber

belajar matakuliah Fisika Dasar untuk mendorong pengembangan kreativitas saintifik mahasiswa.

Seiring tren pembelajaran pada abad ke-21, kreativitas ilmiah sangat diperlukan oleh mahasiswa dalam menghadapi ketatnya kompetisi dunia kerja. Dengan menggunakan bahan ajar ini, diharapkan mahasiswa akan terlatih untuk menghasilkan ide-ide baru dan berbeda dan bertindak secara kreatif dalam pemecahan masalah yang dihadapinya.

#### **D. Signifikansi**

Setiap penelitian yang dilakukan sudah semestinya memiliki signifikansi, tidak hanya terhadap masalah yang akan dipecahkan, tetapi juga terhadap pengembangan keilmuan terkait dan kebermanfaatannya bagi masyarakat. Signifikansi menjadi salah satu tolak ukur keberhasilan suatu penelitian. Tolak ukur hanya dapat diketahui dari seberapa besar dan luas dampak yang ditimbulkannya bagi masyarakat.

Signifikansi dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kreativitas saintifik merupakan salah satu kemampuan utama yang perlu dimiliki oleh mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dalam menghadapi persaingan dunia kerja di abad 21 yang semakin kompetitif. Kemampuan atau keterampilan ini menjadi bagian dari *learning skill* (keterampilan belajar) selain *critical thinking* (berpikir kritis), *collaborating* (berkolaborasi), dan *communicating* (berkomunikasi) yang perlu dilatih dan dibiasakan melalui pembelajaran;
2. Bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi menjadi jembatan bagi pengembangan studi interdisipliner di UIN Walisongo Semarang, khususnya ilmu Fisika dan Biologi. Studi interdisipliner ini sejalan dengan visi UIN Walisongo Semarang yang mengusung paradigma

kesatuan ilmu pengetahuan dengan tiga strateginya, yakni humanisasi ilmu-ilmu keislaman, spiritualisasi ilmu-ilmu modern, dan revitalisasi *local wisdom* (kearifan lokal);

3. Bahan ajar Fisika Dasar berbasis *scientific creativity* sangat diperlukan untuk membantu mahasiswa agar kelak menjadi lulusan yang mampu menghasilkan ide, gagasan, dan produk-produk baru yang bermanfaat bagi kehidupan. Ide dan gagasan yang tidak hanya berkaitan dengan fisika atau sains, tapi juga ide dan gagasan lain yang sangat luas.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Penelitian Terdahulu**

Hasil penelitian berkaitan dengan topik penelitian ini telah banyak dilakukan, meskipun dengan metode dan objek kajian yang berbeda, baik pada *scientific creativity* maupun matakuliah sains interdisipliner beserta bahan ajarnya. Sebagai sebuah objek kajian, *scientific creativity* di perguruan tinggi menjadi objek yang sangat menarik untuk diteliti. Kreativitas yang selama ini dianggap hanya dapat dikembangkan pada bidang seni dan bahasa, ternyata juga dapat diterapkan pada bidang sains. Kreativitas saintifik memiliki kekhasan karena di dalamnya terdapat eksperimen sains kreatif, penemuan masalah sains kreatif, dan pemecahannya.<sup>18</sup> Hal ini tentu sangat relevan dengan kebutuhan perguruan tinggi untuk menghasilkan lulusan dengan pengetahuan dan keterampilan yang memadai serta kemampuan berinovasi yang handal. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa dosen dan mahasiswa menyadari perlunya kreativitas dalam proses pembelajaran. Namun demikian, evaluasi perilaku dosen yang berhubungan dengan kreativitas selama pembelajaran menunjukkan adanya perbedaan pendapat yang signifikan antara dosen dan mahasiswa untuk setiap kegiatan kreatif.<sup>19</sup> Sebagian besar dosen memberi nilai yang lebih baik, sehingga dosen berpikir bahwa pembelajaran mereka sudah kreatif dan sesuai dengan kebutuhan mahasiswa. Sedangkan penilaian oleh mahasiswa

---

<sup>18</sup> Hu W. & Adey P., "A Scientific Creativity Test for Secondary School Students", *International Journal of Science Education*, Vol. 24, No. 4, 2002, h. 389.

<sup>19</sup> Gaspar D. & Mabic M., "Creativity in Higher Education", *Universal Journal of Educational Research*, Vol. 3, No. 9, 2015, h. 598.



justru sebaliknya, tidak terlalu tinggi, artinya mereka berpikir bahwa dosen tidak ramah, tidak tertarik dengan ide-ide mahasiswa, tidak menghargai pendapat mahasiswa yang ‘tidak biasa’, tidak memberikan contoh kreatif, dan tidak terbuka untuk solusi baru atau pendapat yang berbeda. Kondisi ini menunjukkan adanya ketidakserasian antara persepsi dosen dan mahasiswa terhadap “kreativitas”.

Meredith dan Bolker menemukan bahwa respon mahasiswa terhadap penerapan *Introductory Physics for Life Science* (IPLS) sangat positif. Hal ini terlihat dari 90% mahasiswa merasa puas terhadap penerapan IPLS. Lebih dari 90% mahasiswa menunjukkan kemampuannya melihat fisika dalam konteks biologi. Adapun skor rata-rata pre-tes dan post-tes dari Test of Understanding Graphs in Kinematics (TUG-K) berturut-turut adalah 34% dan 55%. Gain rata-rata skor TUG-K adalah 33,5% (N=752). Sedangkan gain rata-rata skor the Force and Motion Concept Evaluation (FMCE) adalah 24%.<sup>20</sup> Selanjutnya Meredith dan Bolker merekomendasikan lima strategi yang perlu diterapkan agar IPLS dapat berjalan dengan sukses. *Pertama*, mengorganisasi kembali topik dalam IPLS. Selama ini *Introductory Physics* selalu diawali dengan materi ‘Kinematika’. Namun, dalam IPLS, topik dimulai dengan ‘Energi’, yang lebih mudah dan dapat segera diterapkan. Selain itu, beberapa topik dapat dimasukkan atau disajikan bersama ke dalam satu topik utama, misalnya Kinematika dan Dinamika disajikan bersama dalam materi ‘Fluida’. Dengan cara demikian, akan lebih banyak contoh penerapan konsep-konsep fisika secara kontekstual. *Kedua*, berkolaborasi dengan ahli biologi. Idealnya, dalam pembelajaran IPLS melibatkan seorang ahli biologi sebagai dosen pendamping. Jika hal ini

---

<sup>20</sup> Meredith D.C. & Bolker J.A., “Rounding off the Cow: Challenges and Successes in an Interdisciplinary Physics Course for Life Science Students”, *American Journal of Physics*, Vol. 80, 2012, h. 913.

tidak memungkinkan, maka dapat dilakukan dengan mengundang kolega dosen biologi sebagai pembicara tamu. Setidaknya, menggunakannya sebagai sumber informasi mengenai latar belakang aplikasi fisika dalam topik-topik biologi. Misalnya, berkolaborasi dengan seorang ahli biologi sel untuk mengembangkan aplikasi topik Termodinamika yang relevan, seperti entropi dan entalpi yang dapat diakses mahasiswa dengan matematika sederhana. *Ketiga*, menyadari adanya keterbatasan. Hal ini dilakukan dengan mengenali struktur administrasi yang menyebabkan hambatan atau sebaliknya, menawarkan peluang bagi terselenggaranya IPLS yang lebih baik. Beberapa di antaranya adalah terbatasnya sumber daya dosen untuk mengajar secara kolaboratif interdisipliner. Banyak hal yang harus dikalkulasi, termasuk perhitungan beban kerja bagi dosen yang bersangkutan, biaya dan kebutuhan lain dalam menunjang IPLS ini. *Keempat*, menggunakan hasil penelitian, utamanya penelitian tentang pengajaran dan pembelajaran. Diperlukan strategi khusus dalam membelajarkan IPLS karena latar belakang, motivasi, dan kemampuan mahasiswa yang sangat heterogen. *Kelima*, memetakan rencana kerja. Integrasi antara fisika dan biologi yang lebih “*smoothing*” menjadi pekerjaan rumah yang perlu diperhatikan tanpa mengabaikan orientasi pada keterampilan dan sikap mahasiswa. Ada beberapa topik fisika yang terlewatkan dan masih perlu dikaji lebih lanjut agar dapat tercakup dalam topik IPLS mendatang.

Sementara itu, Watkins, dkk merekomendasikan strategi dalam menggunakan fisika dan matematika dalam perkuliahan *Introductory Physics Courses for Life-Science Students* (IPLS) untuk mahasiswa biologi. Adapun strategi tersebut meliputi: 1) *Recalling*, yakni meminta mahasiswa menyebutkan hukum-hukum fisika atau hubungan matematis antarbesaran. Kemudian mendefinisikan istilah-istilah yang relevan dan mengaitkan atau menerapkannya dalam konteks biologi; 2)

*Synthesizing data*. Mahasiswa menyusun data yang diperoleh melalui observasi, simulasi, eksperimen, atau kegiatan-kegiatan penunjang lainnya; 3) *Calculating*. Mahasiswa menggunakan persamaan matematis untuk menyelesaikan pertanyaan yang diajukan dan memberikan argumennya secara kualitatif; 4) *Making sense of biological phenomena*. Melalui penggunaan matematika dan fisika, mahasiswa diarahkan untuk memunculkan kepekaan terhadap fenomena-fenomena biologi. Dosen membantunya dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan pemandu.<sup>21</sup> Melalui strategi yang komprehensif ini, pembelajaran IPLS tidak lagi berkutat pada persamaan-persamaan matematika yang rumit dan tidak membumi bagi mahasiswa biologi, tetapi lebih memberi makna fisis terhadap persamaan matematis pada konteks biologi.

Keberhasilan pembelajaran tidak hanya ditentukan oleh model atau metode pembelajaran yang digunakan, tetapi juga oleh komponen pembelajaran lain, salah satunya adalah bahan ajar. Berbagai penelitian tentang penggunaan bahan ajar dan pengembangannya telah terbukti memberi pengaruh terhadap keberhasilan pembelajaran, termasuk penelitian yang dilakukan oleh Crouch dan Heller. Penelitian ini telah berhasil merestrukturisasi matakuliah *Introductory Physics for Life Sciences* (IPLS) dengan konteks biologis guna memunculkan nilai-nilai fisika dalam ilmu biologi secara eksplisit. Restrukturisasi dilakukan terhadap desain pembelajaran dan perangkat atau bahan ajar yang digunakan. Selain itu, penelitian ini berhasil menunjukkan peran konteks biologi

---

<sup>21</sup> Watkins J., Coffey J.E., Redish E.F. & Cooke T.J., "Disciplinary Authenticity: Enriching the Reforms of Introductory Physics Courses for Life-Science Students", *Physics Education Research*, Vol. 8, No. 1, 2012, h. 1554.

dalam pembelajaran IPLS dan mengidentifikasi permasalahan dalam pembelajaran.<sup>22</sup>

Keempat studi di atas memperlihatkan pentingnya pembelajaran sains interdisipliner di perguruan tinggi sebagai upaya untuk mengembangkan keterampilan mahasiswa dalam berpikir secara komprehensif, khususnya pada ilmu fisika dan biologi. Selain itu, pembelajaran sains interdisipliner juga dapat digunakan untuk meningkatkan kreativitas saintifik mahasiswa. Kedua hal ini tentu akan dapat terwujud jika perangkat pembelajaran yang digunakan mendukung ketercapaian tujuan tersebut. Selain pendekatan pembelajaran yang digunakan, bahan ajar menempati posisi yang penting untuk diperhatikan. Selama ini bahan ajar Fisika Dasar di UIN Walisongo belum disusun dengan konteks yang lebih khusus bagi mahasiswa Biologi dan Pendidikan Biologi. Oleh karenanya, Bahan ajar Fisika Dasar dengan konteks Biologi dan berbasis *scientific creativity* dapat menjadi jawaban terhadap dua problem utama yang menghinggapi mahasiswa biologi peserta matakuliah Fisika Dasar.

## **B. Landasan Teori**

### **1. Fisika Dasar Konteks Biologi**

Seiring meningkatnya pemahaman terhadap mekanisme fisik dari biologi dan peningkatan peralatan riset biologi dan kedokteran berbasis fisika, hasil laporan dari komunitas sains dan kedokteran (seperti BIO dan *Vision & Change*) dan *Science Foundation for Future Physicians* menekankan pemahaman yang lebih mendalam terhadap prinsip-

---

<sup>22</sup> <sup>22</sup> Crouch C.H. & Heller K., "Introductory Physics in Biological Context: An Approach to Improve Introductory Physics for Life Science Students", *American Journal of Physics*, Vol. 82, No. 5, 2014, h. 378.

prinsip fisika dasar, terutama prinsip-prinsip yang paling relevan dengan kehidupan dan ilmu kedokteran, serta pemecahan masalah tingkat tinggi dan keterampilan matematika. Hal ini merupakan bentuk kegelisahan terhadap pembelajaran Fisika Dasar atau *Introductory Physics* di perguruan tinggi, khususnya bagi mahasiswa non fisika, termasuk mahasiswa biologi dan kedokteran.

Matakuliah *Introductory Physics* untuk mahasiswa sains selama ini belum dirancang untuk mencapai tujuan tersebut. Materi yang disajikan seringkali hanya dibatasi pada bidang fisika tanpa menyentuh bidang lainnya, termasuk biologi dan kedokteran. Misalnya, ketika membahas konsep dasar energi dan entropi, pembahasan hanya dibatasi pada kondisi yang tidak relevan dengan biologi, yakni hanya pada sistem tertutup, tidak sistem terbuka.<sup>23</sup> Topik lain yang penting dalam biologi adalah fluida statis dan dinamis, difusi dan osmosis, pengaruh dielektrik dalam interaksi listrik.<sup>24</sup> Topik-topik tersebut jarang sekali atau bahkan tidak pernah dikaji secara mendalam dengan pendekatan interdisipliner, fisika dan biologi. Matakuliah *Introductory Physics* selama ini lebih sedikit mengungkap kebutuhan mahasiswa terhadap sains sehari-hari. Keluasan cakupan materi dalam matakuliah ini tidak ada

---

<sup>23</sup> Crouch C.H. & Heller K., “Introductory Physics in Biological Context: An Approach to Improve Introductory Physics for Life Science Students”, *American Journal of Physics*, Vol. 82, No. 5, 2014, h. 378.

<sup>24</sup> Brewster E., Pelaez N.J., & Cooke T.J., “From Vision to Change: Educational Initiatives and Research at the Intersection of Physics and Biology”, *Special issue of CBE–Life Sciences Education*, Vol. 12, 2013, h. 117.

bedanya baik untuk mahasiswa fisika, mahasiswa teknik, maupun mahasiswa biologi. Kalaupun berkaitan dengan biologi, biasanya hanya dilakukan dengan contoh atau pertanyaan untuk tugas rumah.<sup>25</sup> Bahkan, sering dijumpai dosen pengampu matakuliah ini enggan untuk membahas contoh-contoh fisika terkait biologi dengan beragam alasan, mulai dari menyatakan tidak ada relevansi matakuliah *Introductory Physics* dengan biologi, tidak memiliki pemahaman mendalam terhadap biologi, hingga tidak adanya bahan ajar yang spesifik mengkaji *Introductory Physics* dengan konteks biologi.

Melihat permasalahan tersebut, tentu yang perlu dilakukan adalah mengubah paradigma pembelajaran *Introductory Physics* dari paradigma pembelajaran monodisipliner menuju paradigma interdisipliner, intradisipliner, dan multidisipliner. Berbagai upaya dapat dilakukan untuk mengubah paradigma tersebut, salah satunya disampaikan oleh Meredith yang mengusulkan strategi yang perlu diterapkan agar *Introductory Physics for Life Sciences* (IPLS) berjalan sukses.<sup>26</sup> Strategi tersebut meliputi:

- 1) Mengorganisasi kembali topik dalam IPLS. Selama ini matakuliah *Introductory Physics* selalu diawali dengan materi ‘Kinematika’. Namun, dalam IPLS, topik dimulai dengan ‘Energi’, yang

---

<sup>25</sup> Watkins J., Coffey J.E., Redish E.F. & Cooke T.J., “Disciplinary Authenticity: Enriching the Reforms of Introductory Physics Courses for Life-Science Students”, *Physics Education Research*, Vol. 8, No. 1, 2012, h. 1554.

<sup>26</sup> Meredith D.C. & Bolker J.A., “Rounding off the Cow: Challenges and Successes in an Interdisciplinary Physics Course for Life Science Students”, *American Journal of Physics*, Vol. 80, 2012, h. 913.

lebih mudah dan dapat segera diterapkan. Selain itu, beberapa topik dapat dimasukkan atau disajikan bersama ke dalam satu topik utama, misalnya 'Kinematika dan Dinamika' disajikan bersama dalam materi 'Fluida'. Dengan cara demikian, akan lebih banyak contoh penerapan konsep-konsep tersebut secara kontekstual. Pemilihan topik juga dapat dilakukan dengan menyesuaikan kebutuhan dan minat mahasiswa biologi dengan cara meminta mereka memberikan saran atau masukan topik yang menurut mereka menarik. Untuk menentukan topik tersebut, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan. Pertama, topik yang ditentukan merupakan aplikasi biologi yang penting, baik berkaitan dengan makhluk hidup maupun instrumentasi biologi. Kedua, topik mudah diakses oleh mahasiswa kapanpun. Ketiga, topik bersifat dasar untuk fisika. Hal ini untuk memastikan bahwa materi ini memang relevan dengan IPLS, bukan materi fisika lanjut. Misalnya percepatan diperlukan untuk memahami konsep gaya.

- 2) Melakukan kolaborasi dengan ahli atau pakar biologi. Idealnya, pembelajaran IPLS merekrut ahli biologi sebagai dosen pendamping. Jika hal ini tidak memungkinkan, dapat diganti dengan mengundang kolega dosen biologi sebagai pembicara tamu. Hal ini dilakukan semata untuk menggunakannya sebagai sumber informasi mengenai aplikasi fisika dalam topik-topik biologi. Misalnya, berkolaborasi dengan ahli biologi sel untuk mengembangkan aplikasi topik Termodinamika yang relevan, seperti entropi dan entalpi yang dapat diakses siswa IPLS dengan

matematika sederhana atau berkolaborasi dengan ahli zoologi untuk menjelaskan aplikasi fisika dalam topik rangka tubuh dan sistem metabolisme tubuh hewan;

- 3) Menyadari adanya keterbatasan dalam menerapkan pembelajaran IPLS. Hal ini dilakukan dengan mengenali struktur administrasi yang menyebabkan hambatan atau sebaliknya, menawarkan berbagai peluang bagi terselenggaranya IPLS yang lebih baik. Beberapa hambatan yang sering muncul di antaranya adalah terbatasnya sumber daya dosen untuk mengajar secara kolaboratif interdisipliner. Keterbatasan ini tidak hanya berkaitan dengan jumlah, tapi juga kompetensi dan kemauan untuk mengajar IPLS. Selain itu, banyak hal lain yang harus dikalkulasi, termasuk perhitungan beban kerja bagi dosen yang bersangkutan, biaya dan kebutuhan lain dalam menunjang IPLS ini. Hambatan lainnya adalah minimnya bahan ajar dan media pembelajaran yang mendukung IPLS, utamanya yang dikembangkan sendiri oleh dosen. Pengembangan bahan ajar ini perlu untuk menyesuaikan materi dengan karakteristik mahasiswa;
- 4) Menggunakan hasil-hasil penelitian, utamanya penelitian tentang pembelajaran. Diperlukan strategi khusus dalam membelajarkan IPLS karena latar belakang, motivasi, dan kemampuan mahasiswa yang heterogen; dan
- 5) Memetakan rencana kerja. Integrasi yang lebih halus antara fisika dan biologi menjadi pekerjaan rumah yang perlu diperhatikan tanpa mengabaikan orientasi pada keterampilan dan sikap mahasiswa. Ada beberapa topik fisika yang masih terlewatkan



dan perlu dikaji lebih lanjut agar dapat tercakup dalam topik IPLS. Oleh karenanya, dosen perlu mengelaborasi topik-topik yang menarik dan relevan dengan kebutuhan mahasiswa.

Berkembangnya materi IPLS atau matakuliah Fisika Dasar konteks biologi sangat dipengaruhi oleh peran fisika dalam mengembangkan kerangka teoretis biologi dalam bentuk alat eksperimen untuk menguji kebenaran teori biologi. Dalam perkembangannya, biologi molekuler dan biokimia telah menghasilkan banyak data eksperimen terutama mengenai penggandaan deretan himpunan gen, analisis ekspresi gen, dan analisis interaksi protein. Selain itu, banyak kemajuan profil biologis yang berakar pada perkembangan fisika yang berkaitan dengan teknologi yang dikembangkan pada dekade yang lalu.<sup>27</sup> Sebagai contoh, bioenergi terkait dengan hukum-hukum fisika. Hal itu memberi gambaran bahwa biologi secara cepat menjadi sains yang menuntut pendekatan dan cara berpikir baru, serta memerlukan penjelasan fisis terhadap perilaku biologis. Para ahli fisika telah memanipulasi molekul tunggal dan menyelesaikan masalah kompleks dengan cara kuantitatif yang merupakan revolusi dalam biomedika. Pada masa mendatang, biomedika bergantung pada kolaborasi bidang fisika dan biologi. Sebagai contoh, tanggapan suatu sel saraf terhadap sel saraf lainnya ketika sinyal listrik ditransmisikan melalui transmisi sinaptik, memerlukan penjelasan fisis. Pada peristiwa biologis

---

<sup>27</sup> Duke K., *What's for Lunch? Real-life Projects Energize Learning*, Tersedia di <https://www.sesp.northwestern.edu/news-center/inquiry/2004-spring/whats-for-lunch.html>, diunduh 10 Oktober 2018.

lainnya, misalnya pada fotosintesis, penyerapan energi foton cahaya oleh molekul pigmen, juga memerlukan penjelasan fisis dan menggunakan konsep-konsep dasar fisika. Banyak konsep fisika yang dapat diaplikasikan dalam aspek-aspek biologis, sehingga bidang biofisika nampak semakin berkembang.

Abad ke-21 dikenal sebagai Abad Biologi (*the age of biology*). Abad ini ditandai dengan kemajuan bioteknologi yang sangat pesat, misalnya rekayasa genetika, kultur jaringan, pengembangan sel induk, kloning dan sebagainya.<sup>28</sup> Era ini juga disebut sebagai era kuantifikasi biologi (*quantitative biology*). Saat ini, biologi tidak hanya dikaji secara eksperimental, tetapi eksplorasi biologi memerlukan kemampuan pemrograman simulasi komputer (bioinformatika) dan analisis matematika (biofisika dan biomatematika). Biologi semakin berkembang dan perkembangannya mengarah kepada tingkatan subatomik. Karenanya, biosains telah memasuki era baru di abad ini, yaitu dengan berusaha memahami mekanisme organisme hidup pada tingkatan sub atomik seperti DNA dan gen.<sup>29</sup> Sementara itu, perkembangan fisika mengarah ke teori yang berbasis interaksi dalam fisika atomik (energi tinggi) seiring dengan kemunculan teknologi nano. Teknologi nano adalah teknologi yang berbasis pada struktur benda berukuran nanometer. Teknologi nano adalah suatu cara untuk memanipulasi atom, molekul, atau benda-benda berukuran 1-100

---

<sup>28</sup> Naisbitt J. & Aburdene P, *Megatrends 2000: Ten New Directions for the 1990's*, (New York: Morrow, 1990).

<sup>29</sup> Handoko L.T., *Fisika Teori+Bioscience= Biofisika Teori: Embrio Peradaban Baru Masa Depan?*, Tersedia di <http://www.fisikanet.lipi.go.id/utama.cgi?cetakartikel&1135035874>, diunduh tanggal 10 Oktober 2018.

nanometer. Lebih jauh, Handoko mengemukakan bahwa ada kemungkinan konvergensi antara fisika teori dan biosains pada level kuantum (fisika) dan organisme molekuler (biologi). Ungkapan ini untuk memberikan gambaran terdapat keterkaitan fisika dengan biologi molekuler. Seiring tren perkembangan konvergensi fisika dan biologi tersebut, maka diperlukan upaya untuk mengkaji konsep-konsep fisika dalam biologi, di samping penggunaan matematika sederhana yaitu persamaan aljabar (tidak menggunakan diferensial, integral, dan analisis vektor). Hal inilah yang menjadi kebutuhan mahasiswa biologi agar mereka dapat berkonsentrasi secara langsung pada materi fisika. Pengurangan kadar matematika dalam fisika merupakan salah satu pendekatan dalam perkuliahan fisika, salah satunya matakuliah Fisika Dasar. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan minat mahasiswa yang umumnya tidak memiliki motivasi untuk mempelajari fisika.

Mahasiswa peserta matakuliah Fisika Dasar di Indonesia pada umumnya menggunakan referensi buku-buku Fisika Dasar seperti *Fundamentals of Physics* karya Halliday, dkk, *The Physical Universe* karya Krauskopf dan Beiser, dan Fisika untuk Sains dan Teknik karya Tipler. Ketiga buku tersebut tidak mengaitkan konsep-konsep fisika dalam konteks biologi. Sementara itu, terdapat beberapa buku yang mengaitkan konsep-konsep fisika dalam konteks biologi, misalnya *Physics: Principles with Applications* karya Giancoli dan *Fisika untuk Ilmu-ilmu Hayati* karya Cromer, A.H. Dari kedua buku tersebut, hanya *Physics: Principles with Applications* yang jamak digunakan digunakan oleh mahasiswa biologi. Hal ini menunjukkan bahwa buku ajar fisika

dengan konteks biologi seperti ini tidak banyak digunakan oleh mahasiswa biologi.

## 2. *Scientific Creativity* dalam Pembelajaran Fisika

Kreativitas merupakan suatu konsep dengan definisi yang sangat beragam. Suatu definisi menyatakan bahwa kreativitas adalah proses menghasilkan ide-ide baru yang imajinatif<sup>30</sup>, yang melibatkan inovasi kebaruan yang radikal atau solusi untuk suatu masalah, dan reformulasi radikal suatu masalah. Solusi kreatif dapat mengintegrasikan pengetahuan yang ada dengan cara yang berbeda. Sementara definisi yang lain mengusulkan bahwa solusi kreatif, baik baru atau penggabungan, harus memiliki nilai.<sup>31</sup> Sebuah gagasan baru bukan merupakan ide kreatif kecuali berharga atau menyiratkan evaluasi positif. Berdasarkan beberapa definisi tersebut, maka kreativitas dapat didefinisikan sebagai upaya menghasilkan ide-ide baru atau rekombinasi unsur-unsur menjadi sesuatu yang baru, dan menyediakan solusi berharga untuk masalah. Kreativitas adalah ciri dasar kecerdasan manusia pada umumnya. Hal ini didasarkan pada kapasitas sehari-hari seperti penggabungan ide, mengingatkan, persepsi, pemikiran analogis, mencari sebuah struktur masalah-ruang, dan refleksi otokritik. Kreativitas tidak hanya melibatkan dimensi kognitif (menghasilkan ide-

---

<sup>30</sup> Newell A. & Shaw J.C., "The Process of Creative Thinking", dalam Newell A. and H.A. Simon (eds), *Human Problem Solving*, (New Jersey: Prentice Hall, 1972), h. 144.

<sup>31</sup> Higgins L.F., "Applying Principles of Creativity Management to Marketing Research Efforts in High-Technology Markets", *Industrial Marketing Management*, Vol. 28, 1999, h. 305.

ide baru), tetapi juga motivasi dan emosi, dan terkait erat dengan konteks budaya dan faktor kepribadian.<sup>32</sup>

Menurut Boden, terdapat tiga jenis kreativitas berdasarkan perbedaan cara menghasilkan ide-ide baru<sup>33</sup>:

1. *The combinational creativity*, yakni menggabungkan ide-ide yang sudah ada. Kreativitas jenis ini merupakan kreativitas yang paling banyak ditemukan, mengingat munculnya ide-ide baru tidak lepas dari ide-ide atau gagasan yang sudah ada sebelumnya. Evaluasi dan kritik terhadap ide yang sudah ada dapat menjadi cara yang ampuh untuk melatih kreativitas jenis ini. Kreativitas jenis ini biasanya cocok diterapkan bagi orang yang ingin belajar mengembangkan ide dan gagasannya. Karenanya, *combinational creativity* sangat tepat jika diterapkan pada usia anak-anak dan remaja, meski tidak menutup kemungkinan diterapkan pada usia dewasa. Contoh kreativitas jenis ini adalah ketika fisikawan membandingkan antara gerak elektron terhadap inti atom dan gerak planet dalam tata surya terhadap matahari sebagai pusat tata surya.
2. *The exploratory creativity*, yakni menghasilkan ide-ide baru melalui eksplorasi konsep-konsep terstruktur. Kreativitas ini memerlukan kemampuan analisis kritis dan mendalam terhadap konsep yang telah matang. Misalnya, penjelasan fenomena efek fotolistrik yang merupakan perluasan kuantum yang dikembangkan oleh Max

---

<sup>32</sup> Boden M.A., "Creativity and Artificial Intelligence", *Artificial Intelligence*, Vol. 103, 1998, h. 347.

<sup>33</sup> Boden M.A., "Creativity and Artificial Intelligence", *Artificial Intelligence*, Vol. 103, 1998, h. 347.

Planck. Sebelumnya, dalam fisika klasik, cahaya hanya dipandang sebagai gelombang. Namun konsekuensi dari fenomena ini muncullah gagasan mengenai dualisme sifat cahaya, yaitu cahaya berperilaku sebagai gelombang dan berperilaku sebagai partikel.

3. *The transformational creativity*, yakni transformasi dimensi-dimensi suatu struktur, sehingga struktur baru dapat dihasilkan. Dengan kata lain, kreativitas transformasional terjadi di luar ruang konseptual yang ada. Kreativitas jenis ini mengubah konsep dasar yang ada dan terjadi melalui proses pencarian. Biasanya ide yang dihasilkan melalui proses ini terlihat sangat original. Lukisan "Tete de Femme" (Kepala Perempuan) karya Pablo Picasso adalah salah satu contoh perubahan radikal dalam ruang konseptual artistik. Karya ini dihasilkan Picasso pada tahun 1962, karya yang sangat berbeda dengan karya Picasso sebelumnya "Olga in Armchair" tahun 1918. Perubahan teknik Picasso dalam melukis sangat berpengaruh terhadap perubahan karya yang dihasilkannya.

Menurut Rhodes, definisi kreativitas dapat dibedakan ke dalam empat dimensi, yakni *person*, *process*, *product*, dan *press*. Rhodes menyebutnya "*the four p's of creativity*". Kreativitas dalam dimensi *person* adalah upaya mendefinisikan kreativitas yang berfokus pada individu kreatif, kreativitas dalam dimensi *process* merupakan kreativitas yang berfokus pada proses berpikir seseorang sehingga memunculkan ide-ide unik atau kreatif, kreativitas dalam dimensi *press* merupakan kreativitas yang

menekankan pada faktor *press* atau dorongan dan dukungan, baik dorongan internal diri sendiri berupa keinginan dan hasrat untuk mencipta atau bersibuk diri secara kreatif, maupun dorongan eksternal dari lingkungan sosial dan psikologis. Mengenai “*press*” dari lingkungan, ada lingkungan yang menghargai imajinasi dan fantasi, dan menekankan kreativitas serta inovasi. Kreativitas dalam dimensi *product* adalah upaya kreativitas yang berfokus pada produk atau apa yang dihasilkan oleh individu baik sesuatu yang baru atau sebuah elaborasi/penggabungan yang inovatif. Keempat “*p*” ini saling berkaitan, sehingga dapat dikatakan bahwa kreativitas itu merupakan pribadi (*person*) kreatif yang melibatkan diri dalam proses (*process*) kreatif dengan dorongan dan dukungan (*press*) dari lingkungan sehingga menghasilkan produk (*product*) kreatif.<sup>34</sup>

Sementara itu, Guilford menyatakan bahwa orang-orang kreatif lebih banyak memiliki cara berpikir divergen daripada konvergen. Lebih lanjut Guilford mengemukakan dua cara berpikir, yaitu: cara berpikir konvergen dan divergen. Cara berpikir konvergen adalah cara-cara individu dalam memikirkan sesuatu dengan berpandangan bahwa hanya ada satu jawaban yang benar. Sedangkan cara berpikir divergen adalah kemampuan individu untuk mencari berbagai alternatif jawaban terhadap suatu persoalan.<sup>35</sup> Berdasarkan analisis faktor, Guilford mengemukakan lima sifat yang menjadi ciri

---

<sup>34</sup> Rhodes M., “An Analysis of Creativity”, *The Phi Delta Kappan*, Vol. 42, No. 7, 1961, h. 305.

<sup>35</sup> Munandar, *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*, (Jakarta: PT Rineka Cipta, 2004).

kemampuan berpikir kreatif, yaitu: *fluency* (kelancaran), *flexibility* (keluwesan), *originality* (keaslian), *elaboration* (penguraian), dan *redefinition* (perumusan kembali). *Fluency* adalah kemampuan seseorang untuk menghasilkan banyak ide secara cepat. Ciri ini lebih menekankan kuantitas daripada kualitas. Lebih jauh Mulyadi membagi *fluency* ke dalam empat bagian, meliputi: *word fluency* (kemampuan menuliskan, mengucapkan atau memikirkan sebanyak mungkin kata-kata); *associational fluency* (kemampuan menemukan sebanyak mungkin sinonim kata dalam waktu tertentu); *expressional fluency* (kemampuan menyusun kalimat sebanyak mungkin dengan cepat dan memenuhi tata bahasa yang benar); dan *ideational fluency* (kemampuan menemukan berbagai ide mengenai benda tertentu dengan sifat tertentu).<sup>36</sup>

*Flexibility* adalah kemampuan untuk memproduksi sejumlah ide, jawaban, atau pertanyaan yang bervariasi, dapat melihat masalah dari sudut pandang yang berbeda-beda, mencari banyak alternatif, dan menggunakan berbagai macam pendekatan atau cara berpikir. Seseorang yang luwes berpikir akan dapat dengan mudah meninggalkan cara berpikir lama dan menggantikannya dengan cara berpikir baru jika melihat cara berpikir baru tersebut lebih baik. Ciri berpikir ini dapat dilakukan secara spontan dan adaptif. Spontan berarti menyampaikan ide apa saja tanpa rasa takut salah dan batasan. Sedangkan adaptif berarti menyampaikan berbagai ide

---

<sup>36</sup> Mulyadi S., *Bermain dan Kreativitas*, (Jakarta: Papas Sinar Sinanti, 2004).



apa saja dengan masih memperhatikan kebenaran ide tersebut

*Originality* adalah kemampuan untuk menghasilkan gagasan dengan cara-cara asli atau tidak klise. Orang kreatif memiliki kemampuan menciptakan ide atau pemikiran dalam bentuk baru, imajinatif, orisinal dan berbeda dengan ide-ide pemecahan masalah yang lama. Orang kreatif dapat menjangkau di luar pemikiran orang kebanyakan, berpikir dengan cara yang unik melampaui cara-cara yang biasa digunakan, mempertanyakan cara-cara yang lama dan berusaha memikirkan cara-cara yang baru atau sering mempertanyakan mengapa suatu hal harus dilakukan dengan suatu cara dan bukan dengan cara yang lain, dan memberikan warna-warna yang tegas dan berbeda dengan keadaan aslinya (dalam menggambar).

*Elaboration* adalah kemampuan seseorang dalam mengembangkan gagasan dan menambahkan atau memperinci detail-detail dari suatu objek, gagasan atau situasi sehingga lebih baik dan menarik. Ciri ini dapat terlihat ketika seseorang mencari arti yang lebih mendalam terhadap jawaban atau pemecahan masalah dengan melakukan langkah-langkah yang terperinci, mengembangkan atau memperkaya gagasan orang lain, mencoba atau menguji detail-detail untuk melihat arah yang akan ditempuh, mempunyai rasa keindahan yang kuat sehingga tidak puas dengan penampilan yang kosong atau sederhana, menambahkan garis-garis, warna-warna dan detil-detil (bagian-bagian) terhadap gambarnya sendiri atau gambar orang lain.

*Redefinition* adalah kemampuan untuk meninjau suatu persoalan berdasarkan perspektif yang berbeda

dengan apa yang sudah diketahui oleh orang banyak dan membuat definisi berbeda terhadap suatu hal. Misalnya dalam fisika, French Academy Sciences pada tahun 1791 mendefinisikan 1 meter sebagai satu per 10 juta kali jarak antara Kutub Utara ke khatulistiwa. Namun seiring pemikiran dan pertanyaan kritis para ilmuwan terkait perubahan definisi 1 sekon, maka definisi 1 meter diganti dengan jarak yang ditempuh oleh cahaya di ruang hampa dalam  $1/299.792.458$  sekon.<sup>37</sup>

Selain itu definisi kreativitas juga dibedakan ke dalam definisi konsensual dan konseptual. Definisi konsensual menekankan segi produk kreatif yang dinilai derajat kreativitasnya oleh pengamat ahli. Menurut Amabile, suatu produk atau respon seseorang dikatakan kreatif apabila menurut penilaian ahli atau pengamat yang mempunyai kewenangan dalam bidang itu bahwa produk atau respon tersebut kreatif.<sup>38</sup> Dengan demikian, kreativitas merupakan kualitas suatu produk atau respon yang dinilai kreatif oleh ahli. Definisi konsensual didasari beberapa asumsi. *Pertama*, produk kreatif atau respon-respon yang dapat diamati merupakan manifestasi dari puncak kreativitas. *Kedua*, kreativitas adalah sesuatu yang dapat dikenali oleh pengamat luar dan mereka sepakat bahwa sesuatu itu adalah produk kreatif. *Ketiga*, kreativitas berbeda derajatnya, dan para pengamat dapat sampai pada kesepakatan bahwa suatu produk lebih kreatif daripada yang lainnya. Definisi ini sering

---

<sup>37</sup> Young H.D., dkk., *Fisika Universitas Edisi 10*, (Jakarta: Erlangga, 2002).

<sup>38</sup> Amabile T.M., "The Social Psychology of Creativity: A Componential Conceptualization", *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 45, 1983, h. 357.

digunakan dalam bidang keilmuan dan kesenian, baik yang menyangkut produk, orang, proses maupun lingkungan tempat orang-orang kreatif mengembangkan kreativitasnya. Sedangkan definisi konseptual bertolak dari konsep tertentu tentang kreativitas yang dijabarkan ke dalam kriteria tentang apa yang disebut kreatif. Walaupun sama-sama menekankan pada produk, tetapi definisi ini tidak semata-mata mengandalkan pada konsensus pengamat dalam menilai kreativitas, tetapi pada kriteria tertentu. Menurut Amabile, suatu produk dinilai kreatif apabila: a) produk tersebut bersifat baru, unik, berguna, benar, atau bernilai dilihat dari segi kebutuhan tertentu, b) lebih bersifat heuristik, yaitu menampilkan metode yang masih belum pernah atau jarang dilakukan oleh orang lain sebelumnya. Definisi ini lebih didasarkan atas pertimbangan penilai yang biasanya lebih dari satu orang. Pertimbangan subyektivitas sangat besar dalam definisi ini.<sup>39</sup> Definisi kreativitas yang mewakili definisi konsensual dan definisi konseptual dikemukakan oleh Stein, yaitu “*The creative work is a novel work that is accepted as tenable or useful or satisfying by a group in some point in time*”.<sup>40</sup> Dimensi kreativitas menurut definisi ini tercermin pada kriteria kreativitas, yaitu *novel*, *tenable*, *useful*, dan *satisfying*. Di sisi lain, dimensi konsensual dinyatakan dengan “*that is accepted by a group in some point in time*”.

Jika kreativitas didefinisikan ke dalam tiga dimensi, maka penentuan kreativitas juga menyangkut

---

<sup>39</sup> Supriadi D., *Kreativitas, Kebudayaan dan Perkembangan Iptek*, (Bandung: Alfabeta, 1994).

<sup>40</sup> Torrance E.P., “Future Careers for Gifted and Talented Students Gifted Child”, *Quarterly*, Vol. 20, 1976, h. 142.

tiga dimensi, yaitu: dimensi proses, person, dan produk kreatif. Proses kreatif sebagai kriteria kreativitas, maka segala produk yang dihasilkan dari proses kreatif dianggap sebagai produk kreatif, dan orangnya disebut sebagai orang kreatif. Menurut Rothernberg, proses kreatif identik dengan berpikir Janusian, yaitu suatu tipe berpikir divergen yang berusaha melihat berbagai dimensi yang beragam atau bahkan bertentangan menjadi suatu pemikiran yang baru.<sup>41</sup> Dimensi person sebagai kriteria kreativitas identik dengan kepribadian kreatif (*creative personality*). Kepribadian kreatif menurut Guilford meliputi kognitif dan non kognitif (minat, sikap, dan kualitas temperamental). Orang kreatif memiliki ciri-ciri kepribadian yang secara signifikan berbeda dengan orang-orang yang tidak kreatif. Karakteristik-karakteristik kepribadian ini menjadi kriteria untuk mengidentifikasi orang-orang kreatif. Produk kreatif menunjuk kepada hasil perbuatan, kinerja, atau karya seseorang dalam bentuk barang atau gagasan. Kriteria ini merupakan paling eksplisit untuk menentukan kreativitas seseorang, sehingga disebut sebagai kriteria puncak (*the ultimate criteria*) bagi kreativitas. Pendapat lain mengatakan kriteria kreativitas dibedakan atas dua jenis, yaitu *concurrent criteria* yang didasarkan kepada produk kreatif yang ditampilkan oleh seseorang selama hidupnya atau ketika ia menyelesaikan suatu karya kreatif; dan *content criteria* yang didasarkan pada konsep atau definisi kreativitas yang dijabarkan ke dalam indikator-indikator perilaku kreatif.

---

<sup>41</sup> Supriadi D., *Kreativitas, Kebudayaan dan Perkembangan Iptek*, (Bandung: Alfabeta, 1994).

**a. *Scientific Creativity* dan Elemen-elemennya**

Kreativitas merupakan suatu konsep yang tidak hanya ditemukan dalam bidang seni, tetapi juga dalam bidang ekonomi, sosial, bahkan sains. Misalnya, ketika seseorang diminta merancang suatu alat untuk memanen padi secara lebih efektif dan efisien, mendesain mobil yang mampu menjelajah di darat, air, dan udara, atau ketika seseorang mendaur ulang sampah menjadi barang yang lebih berdaya guna. Namun, secara umum orang beranggapan bahwa sains tidak memerlukan kreativitas. Munculnya anggapan ini tidak terlepas dari pengetahuan mereka tentang sains yang diperoleh melalui pembelajaran. Pembelajaran sains yang hanya dibatasi pada konsep-konsep, prinsip, hukum, simbol-simbol dan formula matematis, tidak menyentuh pada pengembangan berpikir secara komprehensif, solutif, dan imajinatif.

Kreativitas bersifat khas sesuai dengan bidangnya masing-masing. Kreativitas dalam bidang sains tentu berbeda dengan kreativitas dalam bidang seni, bahasa, teknik, olahraga, bahkan pada bidang ekonomi dan manajemen. Kreativitas dalam bidang sains sering disebut dengan “*scientific creativity*” atau kreativitas saintifik. Lebih jauh, Moravcsik mendefinisikan kreativitas saintifik sebagai:

*“Scientific creativity may be view as the attainment of new and novel steps in realizing the objectives of science. Scientific creativity can manifest itself in the conception of new ideas contributing to*

*scientific knowledge itself, in the formulation of new theories of science, in the devising of new experiments to probe nature's law, in the development scientific ideas applied to particular domains of practical interest, in the realization of new organizational features of scientific research and of scientific community, in the novel implementation of plans and blueprints for scientific activities, in trail-blazing undertakings to transmit the scientific outlook into the public mind, and in many other realms”<sup>42</sup>*

Hu dan Adey (2002) telah mendefinisikan struktur kreativitas saintifik sebagai berikut:

- 1) kreativitas saintifik berbeda dengan kreativitas dalam seni dan bahasa karena berkaitan dengan eksperimen sains kreatif, penemuan masalah sains kreatif, dan pemecahannya;
- 2) kreativitas saintifik adalah semacam kemampuan yang meliputi faktor intelektual;
- 3) kreativitas saintifik tergantung pada pengetahuan saintifik dan keterampilan proses ilmiah saintifik;
- 4) kreativitas dan kecerdasan analitik merupakan dua faktor yang berbeda dari fungsi tunggal berasal dari kemampuan mental.<sup>43</sup>

---

<sup>42</sup> Moravcsik M.J., “Creativity in Science Education”, *Science Education*, Vol. 65, No. 2, 1981, h. 221.

<sup>43</sup> Hu W. & Adey P.A., “Scientific Creativity Test for Secondary School Students”, *International Journal of Science Education*, Vol. 24, No. 4, 2002, h. 389.

Kreativitas saintifik terbentuk melalui proses yang sistematis. Mansfield dan Buse menunjukkan lima tahapan proses kreatif dalam bidang sains:

- 1) Pemilihan masalah dengan tepat dan cermat;
- 2) Perluasan usaha untuk memecahkan masalah;
- 3) Penggunaan keterampilan eksperimen, metodologis, dan kognitif;
- 4) Mengubah keputusan sesuai dengan hipotesis pada item 3 di atas;
- 5) Verifikasi dan elaborasi eksperimen yang perlu diulang.<sup>44</sup>

Kreativitas dan kecerdasan merupakan konsep yang saling terkait sehingga eksistensi salah satu menjadi alat ukur bagi yang lainnya. Lenat dan Feigenbaum mendefinisikan kecerdasan dengan istilah “search”, yakni kekuatan untuk menemukan solusi terhadap permasalahan dalam cakupan yang sangat luas. Lebih jauh, Feigenbaum mendefinisikan kecerdasan dengan “knowledge assembly” daripada “search”.<sup>45</sup> Kreativitas saintifik dapat diselidiki melalui lima konsep kognitif dasar dan komputasi. Kelima konsep tersebut meliputi: (1) motivasi untuk melakukan penelitian ilmiah; (2) kemampuan merumuskan masalah penelitian dengan benar sesuai bidang keilmuannya; (3) kemampuan

---

<sup>44</sup> Liang J., *Exploring Scientific Creativity of Eleventh Grade Students in Taiwan*, Unpublished Doctoral Dissertation, (The University of Texas at Austin, 2002).

<sup>45</sup> Kocaba S., *Elements of Scientific Creativity*, (AAAI Technical Report SS-93-01, 1993).

menghasilkan bidang pencarian komprehensif untuk solusi masalah-masalah ilmiah; (4) kemampuan menerapkan seperangkat heuristik untuk mereduksi bidang pencarian; dan (5) Sabar dan ulet dalam pencarian mendalam untuk menyelesaikan masalah ilmiah sesuai bidang pencarian yang dibatasi.

Ilmuwan kreatif dalam pandangan konsep-konsep ini, mengetahui bagaimana merumuskan masalah penelitian dengan benar, dapat menghasilkan bidang penelitian yang luas untuk masalah-masalah tertentu, dan dapat merumuskan metodologi penelitian yang diperlukan. Dalam penelitian ilmiah modern, akses terhadap pengetahuan yang luas dan sistematis sangat diperlukan untuk merumuskan masalah ilmiah dengan benar, menciptakan bidang pencarian yang komprehensif, dan untuk mengurangi bidang pencarian guna menemukan solusi dengan batasan waktu dan sumber daya yang diperkenankan. Perumusan masalah pencarian yang benar memerlukan penguasaan terhadap struktur konseptual bidang sains yang terlibat. Ilmuwan yang kreatif dapat juga mengubah struktur ini untuk merumuskan kembali masalah penelitian.

**b. Pengukuran *Scientific Creativity***

Pertanyaan mengenai apakah kreativitas dapat diukur atau tidak telah menjadi bahan perdebatan yang sangat lama. Pendapat yang mengatakan bahwa kreativitas tidak dapat diukur karena sulit untuk mengatakan bahwa karya lukis seseorang “lebih kreatif” dari karya orang lain.



Sementara pendapat yang mengatakan bahwa kreativitas dapat diukur mulai dikemukakan oleh Guilford yang menjabarkan lima sifat atau ciri kemampuan berpikir kreatif.

Perdebatan ini tentu sangat baik guna memperkuat dasar atau argumen bagaimana kreativitas dapat diukur. Berikut ini disajikan empat cara untuk menilai kreativitas seseorang, masing-masing dirancang untuk pengaturan yang berbeda:

- 1) Mengukur Seberapa Kreatif Seseorang (*The Guilford Model*)
- 2) Mengukur Seberapa Kreatif Karya yang Dihasilkan (*The Taxonomy of Creatif Design*)
- 3) Mengukur Kerja Kreatif terhadap suatu Program (*The Requirements Model*)
- 4) Mengukur Nilai Sosial suatu Karya Kreatif (*Csikszentmihalyi's Model*)

Kadang-kadang "kreativitas" mengacu pada produksi divergen (berapa banyak ide yang dihasilkan atau bagaimana bervariasinya suatu ide atau gagasan), kadang-kadang mengacu pada hal-hal dalam bentuk yang baru. Karenanya, memahami alasan untuk mengukur kreativitas merupakan langkah pertama untuk demistifikasi ruang kreatif. Masing-masing model pengukuran di atas lebih jauh dijelaskan sebagai berikut.

- 1) Model Guilford: Mengukur kreativitas seseorang

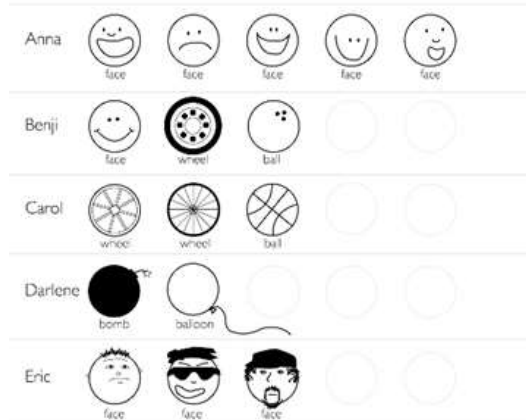
Guilford menyusun empat langkah atau tindakan berpikir divergen seseorang. Setiap tindakan dapat dipraktekkan dan ditingkatkan, dan masing-masing berfokus pada output

kreatif dalam meminta kuantitas tanggapan secara cepat. Berikut ini adalah langkah-langkah pengukuran kreativitas Guilford:

- a) *Fluency* (kelancaran), diwujudkan dalam berapa banyak tanggapan yang diberikan;
- b) *Flexibility* (keluwesan), berupa berapa banyak jenis tanggapan;
- c) *Originality* (keaslian), dapat dilihat dari tanggapan yang tidak biasa atau unik;
- d) *Elaboration*, berupa seberapa detail tanggapan yang diberikan.

Sebagai contoh, jika lima anak menggambar menggunakan lingkaran sebagai titik awal selama dua menit, maka akan muncul kemungkinan tanggapan sebagai berikut.

Use the circles as a prompt for drawing. Draw for two minutes.



**Gambar 2.1.** Kemungkinan munculnya tanggapan dari pertanyaan yang diberikan  
 Penilaian terhadap tanggapan-tanggapan di atas adalah sebagai berikut:

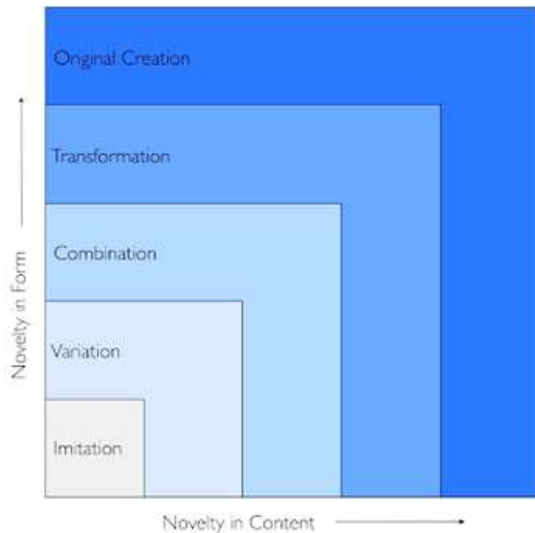
- Anna mampu membuat gambar paling banyak, meskipun gambarnya semua wajah. Anna memiliki kelancaran tertinggi.
- Benji membuat gambar dengan jenis tanggapan paling banyak, meskipun total jawabannya masih kalah dari Anna. Benji memiliki keluwesan tertinggi.
- Carol menggambar dua roda dan satu bola. Bagus secara geometri, tetapi sayangnya tidak ada nilai untuk Carol. Apa yang dilakukan oleh Carol dianggap biasa, tidak ada nilai kreativitas yang dihasilkan karena mayoritas orang mengidentikkan gambar lingkaran selalu dengan gambar roda dan bola.
- Darlene menggambar balon dan bom, tapi tidak ada orang lain yang menggambar seperti dirinya. Darlene memiliki orisinalitas tertinggi.
- Edward menggambar tiga wajah, tetapi dengan lebih rinci daripada yang lain. Edward memiliki elaborasi tertinggi.

Meskipun model Guilford ini tidak komprehensif dalam mengukur "kreativitas," tapi model ini dapat mencapai evaluasi psikometrik individu, mengukur salah satu kecerdasan produktivitas. Model ini memiliki kelebihan karena mampu mengukur output (tanggapan) secara jelas dengan cara yang jelas pula. Sedangkan kelemahannya adalah tidak menceritakan apapun tentang relevansi atau nilai dari output kreatif.

Guilford dan para ahli lainnya telah mengembangkan langkah-langkah dasar untuk membuat tes kreativitas yang lebih sempurna. Ellis Torrance adalah salah satu psikolog yang menciptakan serangkaian tes untuk mengukur setiap kategori baik secara verbal (misalnya, kegunaan dari batu bata sebanyak mungkin) maupun visual (seperti contoh di atas).

- 2) *The Taxonomy of Creative Design*: Mengukur seberapa kreatif karya seseorang

Taksonomi ini mengacu pada perubahan dalam bentuk dan isi, dan dapat digunakan untuk menganalisis atau menilai hal-hal baru atau derivasi dari sebuah karya kreatif. Taksonomi ini terlihat pada karya kreatif sebagai produk, dengan cara mengklasifikasikan karya kreatif sebagai tiruan dari karya lain, variasi pada karya tunggal, kombinasi dari dua atau lebih karya, transformasi karya ke dalam bentuk yang sama sekali baru, atau produk yang sebelumnya tidak dikenali. Penerapan taksonomi ini memerlukan pendekatan “reduksi” ilmiah terhadap sebuah karya kreatif untuk memahami bagian-bagiannya.



**Gambar 2.2.** Diagram konsep *The Taxonomy of Creative Design*

Taksonomi ini memungkinkan analisis karya dalam konteks karya yang sudah ada atau dihasilkan sebelumnya. Seberapa jauh karya tersebut berbeda dari karya-karya sebelumnya? Berapa besar lompatan dalam bentuk atau konten telah dilakukan oleh pembuat karya? Misalnya, sekelompok orang bertugas memecahkan masalah transportasi air: bagaimana masyarakat di sebuah desa terpencil mengalirkan air dari sumur di kota menuju rumah mereka yang jaraknya beberapa mil? Dengan menggunakan Taksonomi Desain Kreatif, tanggapan-tanggapan mereka dapat menjadi bahan penilaian untuk kreativitasnya:

- Rudi mengusulkan agar masyarakat menggunakan galon air untuk mengangkut air; mereka dapat membawa galon air di lengan mereka. Solusi yang ditawarkan Rudi ini benar-benar tidak menawarkan sesuatu yang baru. Tanggapan ini merupakan tiruan dari sesuatu yang pernah dilihat Rudi sebelumnya dan disebut *Imitation*.
- Sinta mengusulkan rancangan galon air yang memiliki pegangan di atasnya. Usulan ini merupakan variasi terhadap jenis galon air yang disarankan oleh Rudi. Munculnya gagasan ini hanya memerlukan gagasan utama dan sedikit tambahan baru, dengan tidak meninggalkan bentuk aslinya. Modifikasi terhadap karya yang sudah ada disebut *Variation*.
- Aminah merancang sebuah ransel untuk menarik gerobak di belakang mereka. Gerobak tersebut memiliki roda dan berisi galon air dengan pegangan yang dipanjangkan seperti yang diusulkan oleh Sinta. Ide ini merupakan kombinasi dari dua ide, yakni galon air dengan pegangan yang dipanjangkan dan gerobak beroda untuk memudahkan menariknya. Dengan demikian, pencampuran atau penggabungan ini melibatkan dua atau lebih karya yang ada, dan disebut *Combination*.
- Adi menyatakan bahwa ransel dapat dikembangkan kegunaannya untuk

menahan benda selain air. Hal ini membutuhkan pemikiran ulang bahan dan desain ransel, mulai dari jahitan, bukaan, katup, dan resleting, sehingga lebih dari sekedar kombinasi antara ransel dan sesuatu yang lain. Cara ini lebih merupakan transformasi ransel daripada kombinasi ransel dengan sesuatu yang lain. Tanggapan seperti ini disebut *Transformation*.

- Sementara itu, Rani membayangkan sesuatu yang sama sekali berbeda. Dia membayangkan sebuah tangki silinder air dengan gulungan di tanah pada sisinya dan dapat mendorong seperti mesin pemotong rumput. Ide ini tidak hanya berupa galon air, gerobak atau bajak, atau yang lainnya. Hal ini mungkin merupakan kombinasi dari banyak hal, tetapi memiliki kebaruan besar khususnya dalam bentuk sehingga menjadi sebuah penciptaan orisinal (*original creation*). Karya ini dapat dikatakan sebagai karya yang paling kreatif di antara karya-karya yang lain.

Contoh di atas menunjukkan bagaimana menilai karya kreatif seseorang dengan menentukan manakah solusi kreatif yang merupakan karya baru dan sesuai dalam Taksonomi Desain Kreatif. Kebaruan suatu karya dalam bentuk dan/atau konten yang lebih kreatif dapat diklasifikasi dengan beberapa pertanyaan:

- *Imitation*: Apakah karya yang dihasilkan sama atau hampir sama dengan karya yang sudah ada?
- *Variation*: Apakah ada sedikit perubahan untuk karya yang sudah ada, tetapi tetap mempertahankan identitas karya yang asli?
- *Combination*: Apakah karya tersebut merupakan campuran dari dua atau lebih karya?
- *Transformation*: Apakah penciptaan ulang suatu karya dalam konteks baru, seperti memiliki beberapa sifat karya aslinya, namun tidak dapat dikatakan karya asli?
- *Original Creation*: Apakah suatu karya tidak memiliki karakteristik dari karya atau ide yang sudah ada sebelumnya?

Pertanyaan-pertanyaan ini dapat digunakan oleh Taksonomi Desain Kreatif sebagai perangkat analisis untuk menilai keaslian suatu karya. Perangkat ini tidak mengukur tingkat kesulitan dalam menghasilkan karya, melainkan seberapa jauh suatu karya mampu mencapai di luar apa yang telah ada sebelumnya.

Kelebihan dari taksonomi ini adalah mampu mengukur karya kreatif dalam kaitannya dengan karya-karya lainnya, menilai kebaruan dan pengaruh suatu karya kreatif. Sedangkan kelemahannya terletak pada ketidakmampuan menunjukkan relevansi, nilai, atau efektivitas suatu karya.



3) *Requirements Model*: Mengukur karya kreatif terhadap kriteria

Model ini menilai suatu karya kreatif berdasarkan kriteria (persyaratan) yang ditentukan sebelum pekerjaan dilakukan. Misalnya dalam bidang arsitektur, desain rumah dimulai dengan persyaratan program: Berapa banyak kamar tidur yang akan dibangun? Seperti apa gaya dapurnya? Berapa batas biaya yang akan dikeluarkan? Apakah rumah mempertimbangkan privasi atau keterbukaan? Seperti apa konsep yang akan dipilih, mediteran, minimalis, tradisional atau bernuansa etnik? Bagaimana melakukan efisiensi penggunaan ruang? Pertanyaan-pertanyaan ini adalah persyaratan yang disengaja, yang menjadi pembatas sekaligus petunjuk bagi arsitek dalam menciptakan desain atau rancangan rumah.

Berdasarkan pertanyaan-pertanyaan di atas, maka setelah proyek pembangunan rumah selesai, beberapa penilaian sederhana yang dapat diajukan adalah: Apakah jumlah kamar sesuai dengan yang diharapkan? Apakah gaya dapur sudah tepat? Apakah proyek berakhir pada biaya yang diharapkan, tidak mengalami pembengkakan misalnya? Apakah rumah sudah mencukupi perasaan privasi atau terbuka seperti yang diinginkan? Apakah konsep rumah telah disesuaikan dengan keinginan? Apakah penggunaan ruang sudah efisien? Meskipun pertanyaan-pertanyaan tersebut tampak lebih subyektif. Atau dapat pula mengajukan pertanyaan-

pertanyaan konkret yang lebih terukur. Misalnya, jika akan melihat keterbukaan dengan mengajukan pertanyaan seperti: Berapa banyak cahaya yang masuk? Apakah ada garis yang jelas terlihat antarruang? Seberapa tinggi langit-langit? Pertanyaan ini berkontribusi pada perasaan keterbukaan dan menjadi indikator yang jelas, lugas, dan sering terukur. Dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut maka seseorang dapat melakukan evaluasi langsung terhadap persyaratan program yang tampaknya lebih abstrak. Dengan semakin rinci pertanyaan yang diajukan terhadap karya kreatif, maka setiap orang dapat secara lugas menilai karya tersebut. Seringkali yang terjadi adalah bahwa karya kreatif jatuh di ranah subjektivitas estetika, di mana masing-masing orang berbeda satu dengan lainnya. *The Requirements Model* ini menunjukkan bahwa mengidentifikasi potongan-potongan diskrit informasi adalah kunci untuk mengukur karya kreatif secara obyektif.

Model ini memiliki kelebihan daripada model yang lain, yakni memiliki tindakan relevansi, nilai, atau efektivitas terhadap persyaratan yang jelas diatur. Sedangkannya kekurangannya terletak pada kemungkinan munculnya subjektivitas lain karena hanya membandingkan karya terhadap dirinya sendiri, bukan orang lain.

Model ini sangat menantang jika diterapkan di bidang pendidikan. Misalnya ketika seorang guru sains memberikan tugas

kepada siswa untuk merancang *prorotype* alat penyaring limbah air. Jika guru hanya meminta siswa untuk "merancang *prorotype* alat penyaring limbah air", maka guru akan mengalami kesulitan menilai hasil karya siswanya. Tetapi jika guru meminta siswa untuk "merancang *prorotype* alat penyaring limbah air tekstil menggunakan bahan-bahan alami dan barang-barang bekas dengan tahapan penyaringan maksimal 5 tahap", maka guru dapat lebih mudah menilai hasilnya.

4) *Csikszentmihalyi's System Model*: Mengukur nilai sosial dari karya kreatif

Mihaly Csikszentmihalyi adalah nama yang sulit untuk dieja, tetapi teori yang dikembangkannya tidak sesulit namanya. Model ini menunjukkan bahwa nilai suatu karya terletak pada hubungan antara tiga hal, yaitu orang (atau karyanya), kategori yang dimiliki suatu karya, dan orang-orang lain yang terlibat dalam karya tersebut. Dengan kata lain, ketiga hal ini dapat diringkas menjadi tiga hal: orang, domain, dan bidang.

- Orang: artis, karya individu, atau hasil karya;
- Domain: genre, wilayah pengetahuan (misalnya lukisan, musik rock, musik klasik, dan musik dangdut);
- Bidang: otoritas domain (misalnya artis lain, kritikus, dan konsumen)

Menurut model Csikszentmihalyi, kreativitas adalah apa yang terjadi ketika

seseorang menciptakan karya, bidang tersebut menerima karyanya, dan mengubah domain sebagai hasilnya. Jika seorang penulis novel menghasilkan suatu karya berupa novel, kemudian kritikus, konsumen, dan penulis lain menerimanya, maka itu adalah sebuah karya kreativitas. Model ini mengukur melalui respon sosial atau budaya terhadap suatu karya. Dengan cara ini, menjadi kreatif berarti lebih dari sekedar menawarkan setiap produksi secara divergen. Sehingga penerimaan oleh bidang adalah kunci ketika seorang artis menciptakan sebuah karya, karena bidang akan menentukan apakah karya tersebut sangat diperlukan di domain ataukah tenggelam ke dalam anonimitas. Sebagaimana model yang lain, model Csikszentmihalyi ini juga memiliki kekuatan dan kelemahan. Kekuatannya terletak pada adanya tindakan relevansi atau nilai dalam konteks komunitas. Sedangkan kelemahannya adalah masih membuka peluang tingginya subjektivitas.

Hal yang perlu diperhatikan dari model Csikszentmihalyi adalah bahwa model ini dibangun pada pergeseran argumentasi, perubahan bidang dari waktu ke waktu, dan karya dari bangkit dan menghilang ke dalam ketidakjelasan. Oleh karenanya, penilaian karya tidak bersifat absolut, tetapi diukur oleh penampilan dari karya. The Beatles dan Elvis Presley memberi warna baru pada musik rock, dan mereka mungkin akan tetap menjadi bagian dari domain *rock and roll* selama orang berbicara tentang sejarah musik *rock*

*and roll*. Begitupula sejarah musik dangdut Indonesia tidak akan lepas dari Sang Raja Dangdut, Rhoma Irama, yang berhasil memberi sentuhan *rock* dan India pada musik melayu dangdut sehingga menjadi terkesan tidak “kampungan” dan membosankan. Tentu banyak contoh lain dalam berbagai bidang, termasuk dalam bidang fisika, Planck dan para revolusioner fisika modern berhasil mengubah pandangan klasik tentang perilaku cahaya sebagai gelombang menjadi cahaya berperilaku sebagai gelombang dan partikel, yang dikenal dengan Dualisme Sifat Cahaya.

Keempat model di atas menawarkan empat cara untuk menilai kreativitas atau karya kreatif, yakni melihat output, pengaruh, kriteria program, atau penerimaan sosial budaya. Jika akan mengukur kreativitas individu, maka model Guilford adalah kemungkinan terbaik. Begitupula ketika menilai asal atau pengaruh dari karya, maka Taksonomi Desain Kreatif adalah kemungkinan terbaik. Untuk merancang tugas kreatif diukur secara obyektif menggunakan *the requirements model*. Sedangkan untuk mengukur nilai budaya kerja, maka mengikuti model Csikszentmihalyi.

### **3. Bahan Ajar Fisika Dasar Berbasis *Scientific Creativity***

Kesulitan mahasiswa dalam memahami konsep-konsep fisika pada dasarnya disebabkan oleh beberapa faktor, baik faktor internal diri mahasiswa maupun faktor eksternal. Pada faktor internal, motivasi belajar menjadi faktor utamanya. Motivasi belajar yang kuat

akan berdampak pada pemahaman konsep fisika yang baik. Sedangkan pada aspek internal, banyak faktor yang berpengaruh, mulai dari lingkungan belajar, model pembelajaran, media pembelajaran, dosen, hingga bahan ajar yang digunakan. Karena kemandirian belajar merupakan hakikat belajar bagi mahasiswa, maka faktor bahan ajar menjadi sangat besar pengaruhnya. Mahasiswa tidak lagi bergantung pada penyampaian materi pembelajaran, media, dan model pembelajaran yang diterapkan oleh dosen. Dengan menggunakan bahan ajar, mahasiswa akan mampu mengolah informasi dalam bahan ajar dan mencari informasi lain yang berkaitan dengan materi yang sedang dipelajarinya. Melihat begitu besar peran bahan ajar bagi mahasiswa, maka model bahan ajar hendaknya mampu mendorong mahasiswa untuk berpikir kritis, kreatif, dan mendorong mereka untuk mengeksplorasi informasi lebih lanjut. Namun demikian, peran penting bahan ajar seringkali terkendala karena bahan ajar yang ada memiliki banyak kekurangan, sehingga membuat bahan ajar kurang bermanfaat dalam pembelajaran.<sup>46</sup>

Berpijak dari Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi, kewajiban dosen terdiri dari tiga hal. *Pertama*, dosen sebagai anggota sivitas akademika memiliki tugas untuk mentransformasikan ilmu pengetahuan dan/atau teknologi yang dikuasainya kepada mahasiswa dengan mewujudkan suasana belajar dan pembelajaran

---

<sup>46</sup> Kurniawati M.W., Anitah S., & Suharno, "Developing Learning Science Teaching Materials Based on Scientific to Improve Students Learning Outcomes in Elementary School", *European Journal of Education Studies*, Vol. 3, No. 4, 2017, h.319-330.

sehingga mahasiswa aktif mengembangkan potensinya. *Kedua*, dosen sebagai ilmuwan memiliki tugas mengembangkan suatu cabang ilmu pengetahuan dan/atau teknologi melalui penalaran dan penelitian ilmiah serta menyebarkannya. *Ketiga*, dosen secara perseorangan atau berkelompok wajib menulis buku ajar atau buku teks, yang diterbitkan oleh perguruan tinggi dan/atau publikasi ilmiah sebagai salah satu sumber belajar dan untuk pengembangan budaya akademik serta pembudayaan kegiatan baca tulis bagi sivitas akademika. Dari ketiga kewajiban tersebut, menulis buku ajar merupakan kewajiban yang sering ditinggalkan karena dianggap tidak lebih penting dari mengajar dan melakukan penelitian, apalagi jika dibandingkan penghasilan persentase terbesar yang belum dilakukan oleh dosen adalah kewajiban ketiga, yakni menulis buku ajar atau bahan ajar.

Bahan ajar merupakan komponen dalam pembelajaran yang bersifat unik dan spesifik karena digunakan untuk tujuan tertentu, dalam proses pembelajaran tertentu, dan dirancang untuk mencapai kompetensi tertentu.<sup>47</sup> Bahan ajar dapat didefinisikan sebagai segala bentuk bahan, baik tertulis maupun tidak tertulis, yang digunakan untuk membantu guru atau dosen dalam melaksanakan proses pembelajaran dan menjadi bahan untuk dipelajari oleh peserta didik dalam rangka mencapai kompetensi yang telah ditentukan. Bahan ajar berisikan seperangkat materi yang disusun secara sistematis sehingga dosen dan mahasiswa dapat menggunakannya dalam proses

---

<sup>47</sup> Sungkono, *Pengembangan dan Pemanfaatan Bahan Ajar Modul dalam Proses Pembelajaran*, (Jakarta: Majalah Ilmiah Pembelajaran, 2009).

pembelajaran dalam suasana dan lingkungan yang nyaman untuk belajar.<sup>48</sup> Hal serupa dikemukakan oleh Opera dan Oguzor yang menyatakan bahwa bahan ajar merupakan sumber belajar bentuk visual atau audiovisual yang dapat digunakan sebagai saluran komunikasi alternatif dalam proses pembelajaran.<sup>49</sup>

#### **a. Tujuan, Karakteristik, dan Jenis Bahan Ajar Fisika**

Bahan ajar disusun dalam berbagai jenis pilihan dengan tujuan untuk membantu mahasiswa dalam belajar, memudahkan dosen dalam melaksanakan pembelajaran, dan membangun suasana pembelajaran agar menjadi lebih menarik. Adapun peranan bahan ajar meliputi: 1) mencerminkan sudut pandang yang tajam dan inovatif mengenai pengajaran dan mendemonstrasikan penerapannya dalam bahan ajar yang disajikan; 2) menyajikan suatu sumber pokok masalah yang kaya, mudah dibaca, dan bervariasi, sesuai dengan minat dan kebutuhan mahasiswa; 3) menyediakan suatu sumber yang tersusun rapi dan bertahap; 4) menyajikan metode dan sarana pengajaran untuk memotivasi mahasiswa; 5) menjadi penunjang bagi latihan-latihan dan tugas-tugas praktis; dan 6) menyajikan

---

<sup>48</sup> Bahtiar E.F, “Penulisan Bahan Ajar”, [https://www.researchgate.net/publication/283042709\\_Penulisan\\_Bahan\\_Ajar](https://www.researchgate.net/publication/283042709_Penulisan_Bahan_Ajar), diakses pada tanggal 8 Agustus 2018.

<sup>49</sup> Opera J. & Oguzor N.S., “Instructional Technologies and School Curriculum in Nigeria: Innovations and Challenges”, *Perspectives of Innovations, Economics & Business*, Vol. 7, No. 1, 2011.



bahan/sarana evaluasi dan remedial yang serasi dan tepat guna.

Bahan ajar yang baik adalah bahan ajar yang memiliki karakteristik sebagai berikut. Pertama, bahan ajar harus berisikan substansi yang memadai dan disajikan secara sistematis dan metodologis untuk mencapai tujuan pembelajaran. Substansi bahan ajar harus sesuai dengan kurikulum yang berlaku dan disesuaikan dengan tingkat berpikir, minat, dan latar belakang mahasiswa agar mudah dipahami. Guna memastikan bahwa tujuan tersebut tercapai, maka bahan ajar seluruh matakuliah harus terorganisasi dengan baik sehingga tidak terjadi tumpang tindih atau pengulangan materi ajar yang berlebihan. Melalui bahan ajar yang tersusun sistematis, mahasiswa dapat belajar secara efektif untuk menguasai pengetahuan, melakukan tindakan/keterampilan, dan memahami serta menerapkan norma sehingga kompetensi pembelajaran dapat tercapai. Hal ini sejalan dengan pandangan tentang hakikat sains sebagai “*a body of knowledge*”, “*a way of thinking*”, dan “*a way of investigating*”.<sup>50</sup> Hakikat inilah yang kemudian dinyatakan dalam bentuk yang lebih operasional yakni Sains sebagai Produk, Sains sebagai Sikap, dan Sains sebagai Proses. Karena fisika merupakan bagian dari Sains, maka hakikat Fisika adalah sama dengan hakikat Sains.

Fisika sebagai Produk merupakan kumpulan pengetahuan yang dapat berupa fakta,

---

<sup>50</sup> Collette, A.T. & Chiappetta, E.L., *Science Instruction in the Middle and Secondary Schools (3rd edition)*, (New York: Merril, 1994).

konsep, prinsip, hukum, rumus, teori, dan model. Karenanya, substansi bahan ajar fisika perlu menjelaskan perbedaan antara fakta, konsep, prinsip, hukum, rumus, teori, dan model. Perbedaan jenis-jenis pengetahuan tersebut diuraikan sebagai berikut. Pertama, “Fakta” adalah keadaan atau kenyataan yang sesungguhnya dari segala peristiwa yang terjadi di alam baik melalui pengamatan atau pengukuran. Fakta merupakan dasar bagi terbentuknya konsep, prinsip, hukum, teori atau model. Sebaliknya dapat juga dikatakan bahwa keberadaan konsep, prinsip, hukum, teori, dan model adalah untuk menjelaskan dan memahami fakta. Kedua, “Konsep” adalah abstraksi dari berbagai kejadian, objek, fenomena dan fakta. Konsep memiliki sifat-sifat dan atribut-atribut tertentu. Menurut Bruner, Goodnow, dan Austin, konsep memiliki lima elemen atau unsur penting yaitu nama, definisi, atribut, nilai, dan contoh.<sup>51</sup> Ketiga, “Prinsip dan Hukum” adalah penjelas terhadap keberadaan fakta atau konsep sehingga perlu dipahami bahwa “Prinsip dan Hukum” tidak mengatur kejadian alam (fakta). Misalnya, hukum Newton tentang gerak benda, Prinsip Archimedes, dan Hukum Pascal. Kedua istilah ini sering digunakan secara bergantian karena dianggap sebagai sinonim. Keempat, “Rumus” atau “formula” adalah pernyataan matematis dari suatu fakta, konsep, prinsip, hukum, dan teori untuk menyederhanakan penulisan. Rumus berfungsi untuk menjelaskan

---

<sup>51</sup> Collette, A.T. & Chiappetta, E.L., *Science Instruction in the Middle and Secondary Schools (3rd edition)*, (New York: Merril, 1994).

keterkaitan antarkonsep dan antarvariabel secara lebih ringkas. Prinsip dan hukum pada umumnya dapat dinyatakan secara matematis. Kelima, “Teori” digunakan untuk menjelaskan sesuatu yang tersembunyi atau tidak dapat langsung diamati, misalnya teori atom, teori kinetik gas, dan teori relativitas. Teori tetaplah teori dan tidak mungkin menjadi hukum atau fakta. Teori bersifat tentatif hingga dapat dibuktikan tidak benar dan diperbaiki. Keenam, “Model” adalah sebuah presentasi yang dibuat untuk sesuatu yang tidak dapat dilihat. Model berfungsi untuk membantu memahami suatu fenomena alam dan untuk memahami suatu teori. Misalnya, model atom Bohr membantu untuk memahami teori atom, model gelombang cahaya, dan model partikel.

Fisika sebagai proses memberikan gambaran mengenai pendekatan yang digunakan ilmuwan untuk menyusun pengetahuan melalui penemuan-penemuan yang dilakukannya. Penemuan tersebut diperoleh melalui beragam cara, seperti observasi, eksperimen, simulasi, dan prediksi. Pemahaman fisika sebagai proses sangat berkaitan dengan kata-kata kunci fenomena, dugaan, pengamatan, pengukuran, penyelidikan, dan publikasi. Kata-kata kunci ini selanjutnya diimplementasikan ke dalam bahan ajar melalui pengembangan keterampilan proses sains, yang terdiri atas mengamati, mengklasifikasi, mengukur, mengajukan pertanyaan, merumuskan hipotesis, merencanakan penyelidikan, menafsirkan, dan mengkomunikasikan.<sup>52</sup>

---

<sup>52</sup> Sutrisno, “Fisika dan Pembelajarannya”, [http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR. PEND. FISIKA/195801](http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR._PEND._FISIKA/195801)

Berdasarkan penjelasan mengenai hakikat fisika sebagai produk dan proses, terlihat bahwa penyusunan pengetahuan fisika diawali dengan kegiatan-kegiatan kreatif yang memerlukan proses sikap dan mental yang berasal dari pemikiran, seperti pengamatan, pengukuran dan penyelidikan atau percobaan. Seseorang dapat bertindak dan bersikap dengan pemikirannya sehingga dapat melakukan kegiatan-kegiatan ilmiah tersebut. Pemikiran-pemikiran para ilmuwan fisika menggambarkan rasa ingin tahu yang besar, diiringi dengan rasa percaya, sikap objektif, jujur dan terbuka serta mau mendengarkan pendapat orang lain. Sikap-sikap inilah yang kemudian memaknai hakekat fisika sebagai sikap atau “*a way of thinking*”. Oleh para ahli psikologi kognitif, pekerjaan dan pemikiran para ilmuwan tersebut dipandang sebagai kegiatan kreatif, karena ide-ide dan penjelasan-penjelasan dari suatu gejala alam disusun dalam pikiran.

Berpijak dari hakikat fisika tersebut, maka substansi dalam bahan ajar fisika yang baik setidaknya mampu memenuhi ketiga posisi fisika tersebut. Karakteristik bahan ajar berikutnya adalah bahan ajar harus menganut asas ilmiah, yaitu disusun dan disajikan secara sistematis dan metodologis. Karakteristik kedua ini ditunjukkan oleh kaidah penulisan ilmiah yang tetap dipertahankan, berpedoman pada indikator tata

bahasa yang baku.<sup>53</sup> Meski demikian, bahan ajar yang baik perlu memperhatikan aspek aspek penyajian yang menarik dan sederhana.

Karakteristik ini berlaku untuk semua jenis bahan ajar, tak terkecuali untuk bahan ajar sains, termasuk fisika. Bahan ajar fisika yang baik dicirikan oleh isinya yang mampu membantu pemahaman mahasiswa sekaligus menumbuhkan keingintahuan mahasiswa untuk memahami dan mencari informasi yang terkait. Bahan ajar fisika tidak hanya berisi fakta, konsep, hukum, dan prinsip-prinsip fisika, tetapi juga proses dan prosedur yang tercermin dalam aktivitas pembelajarannya. Aspek penyajian juga merupakan hal penting yang perlu ada dalam bahan ajar fisika. Hal ini karena fisika dianggap oleh sebagian besar mahasiswa sebagai bidang ilmu yang tidak membumi karena lebih banyak berisi persamaan matematis sehingga sulit dipahami makna fisisnya. Ditambah lagi contoh dan kasus pada bahan ajar fisika seringkali tidak sesuai dengan kehidupan sehari-hari yang dialami mahasiswa atau tidak kontekstual. Penyajian bahan ajar fisika yang menarik dapat diwujudkan dengan menambahkan beberapa unsur selain teks, notasi, dan simbol, misalnya dengan menambahkan tabel, gambar, dan grafik. Tabel memberikan tampilan angka menjadi lebih sederhana karena faktor pengklasifikasiannya. Sedangkan gambar memiliki keunggulan karena

---

<sup>53</sup> Bahtiar E.F, “Penulisan Bahan Ajar”, [https://www.researchgate.net/publication/283042709\\_Penulisan\\_Bahan\\_Ajar](https://www.researchgate.net/publication/283042709_Penulisan_Bahan_Ajar), diakses pada tanggal 8 Agustus 2018.

mampu menghadirkan situasi nyata secara lebih sederhana daripada teks atau persamaan matematis. Begitupula grafik yang memiliki kelebihan karena mampu menggambarkan data berupa angka-angka ke dalam bentuk garis, bidang, atau ruang yang lebih sederhana secara teliti dan menjelaskan perkembangan dan perbandingan suatu obyek atau peristiwa yang saling berhubungan secara singkat dan jelas. Pada aspek penyajian, hal lain yang perlu diperhatikan adalah kegrafikaan, yakni bagian dari bahan ajar yang berkenaan dengan bentuk dan format fisik. Bentuk format dan fisik bahan ajar berkaitan dengan ukuran, desain sampul, desain *layout* (tata letak) isi, bentuk dan ukuran huruf, ilustrasi, warna, komposisi gambar, jenis dan ukuran kertas, penjilidan, dan sebagainya. Perpaduan warna, gambar, dan teks yang serasi juga berpengaruh terhadap kemenarikan tampilan bahan ajar. Dengan beragamnya isi bahan ajar fisika, mahasiswa akan lebih tertarik dan tidak cepat mengalami kejenuhan ketika membaca dan mempelajari bahan ajar.

Bahan ajar memiliki banyak ragam atau jenisnya. Berdasarkan subyeknya, bahan ajar dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu: 1) bahan ajar yang sengaja dirancang untuk belajar. Bentuk bahan ajar ini antara lain buku, *handouts*, Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM), dan modul. Bahan ajar yang dirancang umumnya digunakan sebagai bahan presentasi, bahan referensi, dan bahan belajar mandiri; 2) bahan ajar yang tidak dirancang namun dapat dimanfaatkan untuk belajar, misalnya kliping, koran, film, iklan atau

berita. Bahan ajar jenis ini dapat diperoleh melalui beragam media tanpa harus membuatnya sendiri, tetapi hanya menyusun atau menata sesuai dengan keperluannya. Bahan ajar juga dapat diklasifikasikan menjadi empat jenis berdasarkan teknologi yang digunakannya, yaitu: 1) bahan ajar cetak (*printed*), seperti *handout*, buku, modul, Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM), brosur, *leaflet*, *wallchart*, foto/gambar, dan model/maket; 2) bahan ajar audio, misalnya radio, piringan hitam, dan compact disk (CD) audio; 3) bahan ajar audio visual, misalnya video compact disk (VCD) dan film; dan 4) bahan ajar multimedia interaktif, seperti CAI (*Computer Assisted Instruction*), CD multimedia interaktif, dan bahan ajar berbasis web.

Seiring perkembangan teknologi informasi dan komunikasi, bahan ajar fisika menjadi sangat beragam. Bahan ajar fisika tidak lagi didominasi oleh bahan ajar cetak, tetapi bergeser ke bahan ajar berbasis web. Bahkan bahan ajar cetak tersebut sebagian sudah dikonversi ke dalam bentuk digital dan disajikan secara daring. Saat ini, mahasiswa dengan mudah menggunakan bahan ajar fisika menggunakan perangkat digital yang mereka miliki, baik dengan laptop, komputer, maupun telepon genggam. Berbagai bentuk inovasi bahan ajar daring yang saat ini sudah marak, di antaranya adalah MIT (Massachusetts Institute of Technology) Open Courseware <https://ocw.mit.edu/courses/physics/>, Alison <https://alison.com/tag/physics>, Academic Earth <https://academicearth.org/physics/>, The University of The West Indies

<https://www.mona.uwi.edu/physics/materials-science-0>, dan perpustakaan Kemendikbud <http://repositori.perpustakaan.kemdikbud.go.id>.

Bahan ajar daring tersebut cukup diminati masyarakat karena beberapa hal. Pertama, bahan ajar daring praktis, ringan dibawa karena menyatu dengan perangkat gadget dan mudah diakses kapanpun dan dimanapun. Kedua, isi bahan ajar efisien karena tak terbatas jumlahnya, bahkan sebagian sudah terhubung dengan sumber belajar lain di berbagai belahan negara. Ketiga, bahan ajar menyajikan *real time information* karena dapat diperbarui setiap saat. Keempat, bahan ajar daring bersifat independen karena isinya dapat dikembangkan sesuai keinginan pembuat tanpa dibatasi oleh aturan lain, misalnya kurikulum nasional. Meski bahan ajar daring sudah banyak digunakan dengan beragam kelebihannya, namun bahan ajar jenis ini memiliki kelemahan. Beberapa kelemahan bahan ajar daring di antaranya: 1) penggunaan bahan ajar bergantung ketersediaan jaringan internet dan listrik; 2) kecepatan *loading* yang bisa terganggu karena *internet traffic*.

#### **b. Prinsip Pengembangan Bahan Ajar Fisika**

Pengembangan bahan ajar Fisika Dasar pada dasarnya memiliki kesamaan dengan pengembangan bahan ajar matakuliah lainnya. Beberapa prinsip dasar yang harus diperhatikan dalam pengembangan bahan ajar meliputi prinsip relevansi, konsistensi, dan adekuasi/kecukupan.<sup>54</sup>

---

<sup>54</sup> Sudrajat, A., “Pengembangan Bahan Ajar Materi Pembelajaran Mapel Pendidikan Agama Islam”, makalah dipresentasikan dalam Workshop Bimbingan Teknis Penguatan



Pertama, prinsip relevansi berarti keterkaitan. Materi pembelajaran yang dikembangkan hendaknya relevan atau berkaitan/berhubungan dengan *learning outcome* (capaian pembelajaran) matakuliah. Misalnya, *learning outcome* matakuliah Fisika Dasar adalah mahasiswa mampu memahami dan menerapkan berbagai konsep dasar fisika yang berkaitan dengan permasalahan mekanika, getaran dan gelombang, suhu dan kalor, fluida, optika, kelistrikan dan kemagnetan menggunakan konteks Biologi. Berpijak dari *learning outcome* ini, maka materi pembelajaran yang dikembangkan dalam bahan ajar harus mencakup konsep-konsep dalam mekanika (kinematika dan dinamika), getaran dan gelombang, suhu dan kalor, fluida (statis dan dinamis), optika (geometris dan fisis), kelistrikan dan kemagnetan dan penerapannya dalam penyelesaian masalah biologi yang terkait.

Kedua, prinsip konsistensi artinya keajegan. Jika kemampuan mahasiswa yang diharapkan hanya ada satu, maka materi pembelajaran yang dikembangkan harus meliputi satu kemampuan tersebut. Misalnya, kemampuan mahasiswa yang dikehendaki adalah menjelaskan konsep fluida dan aplikasinya dalam biologi dengan tiga buah indikator: 1) menjelaskan konsep tekanan hidrostatik, hukum pascal, persamaan kontinuitas, dan gaya archimedes; 2) merumuskan variasi tekanan dalam fluida; 3) menerapkan hukum Pascal, persamaan kontinuitas, dan persamaan

---

KTSP SMP Bagi Tim Pengembang Kurikulum/Verifikator Propinsi,  
Hotel Graha Dinar, Cisarua Bogor, 17 Maret 2008.

gaya archimedes dalam contoh biologi. Berdasarkan indikator tersebut, maka bahan ajar cukup memuat materi berkaitan dengan indikator tersebut. Selain materi tersebut tidak perlu dikembangkan. Pola pengembangan seperti ini menganut prinsip konsistensi atau keajegan.

Prinsip adekuasi atau kecukupan berarti bahwa materi yang diajarkan hendaknya cukup memadai dalam membantu mahasiswa menguasai kompetensi yang ditetapkan. Materi tidak boleh terlalu sedikit, dan tidak boleh terlalu banyak. Jika terlalu sedikit, mahasiswa menjadi tidak berdaya sehingga tidak mampu mencapai kompetensi. Sebaliknya, jika terlalu banyak akan membuang waktu dan tenaga yang tidak perlu untuk mempelajarinya dan dapat menyebabkan mahasiswa tidak fokus. Selain mempertimbangkan ketiga prinsip di atas, pengembangan bahan ajar di perguruan tinggi juga harus berpedoman pada Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI). Oleh karena itu, *learning outcome* atau Capaian Pembelajaran (CP) diperoleh melalui internalisasi pengetahuan, sikap, keterampilan, kompetensi, dan akumulasi pengalaman kerja. Capaian pembelajaran merupakan alat ukur capaian mahasiswa dalam menyelesaikan proses belajar baik terstruktur maupun tidak terstruktur. Rumusan capaian pembelajaran disusun dalam empat unsur, yaitu sikap dan tata nilai, kemampuan kerja, penguasaan pengetahuan, dan wewenang dan tanggung jawab.<sup>55</sup> Keempat unsur tersebut dapat dijelaskan

---

<sup>55</sup> Tim Penyusun, "Panduan Penyusunan Capaian Pembelajaran Lulusan Program Studi", (Jakarta: Direktorat

sebagai berikut. Pertama, sikap dan tata nilai merupakan perilaku dan tata nilai yang merupakan karakter atau jati diri bangsa dan negara Indonesia. Sikap dan tata nilai ini terinternalisasi selama proses belajar, baik terstruktur maupun tidak terstruktur. Kedua, kemampuan kerja merupakan wujud akhir dari transformasi potensi yang ada dalam setiap individu pembelajar menjadi kompetensi atau kemampuan yang aplikatif dan bermanfaat. Ketiga, penguasaan pengetahuan merupakan informasi yang telah diproses dan diorganisasikan untuk memperoleh pemahaman, pengetahuan, dan pengalaman yang terakumulasi untuk memiliki suatu kemampuan. Keempat, wewenang dan tanggung jawab merupakan konsekuensi seorang pembelajar yang telah memiliki kemampuan dan pengetahuan pendukungnya untuk berperan dalam masyarakat secara benar dan beretika.

Dengan mengacu pada deskripsi capaian pembelajaran KKNi, rumusan capaian lulusan dalam Standar Kompetensi Lulusan (SKL) dinyatakan ke dalam tiga unsur yakni sikap, pengetahuan, dan ketrampilan yang terbagi dalam keterampilan umum dan khusus. Begitupun dalam pengembangan bahan ajar hendaknya memperhatikan ketiga unsur tersebut, meskipun dengan persentase yang berbeda sesuai dengan kemampuan dan indikator yang ditetapkan.

**c. Model Bahan Ajar Fisika Dasar Berbasis Scientific Creativity**

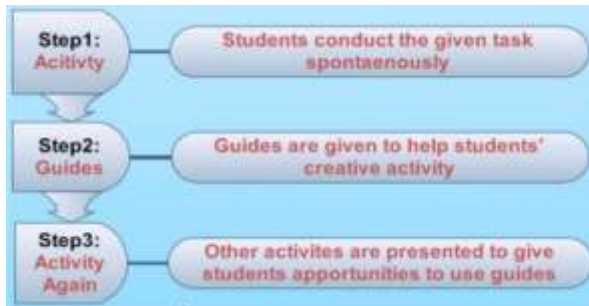
Para peneliti telah banyak mengembangkan bahan ajar Fisika sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik untuk mengembangkan *scientific creativity*, di antaranya adalah Park Jogwoon, Jongseon Park, dan Kanggil Lee dari Korea. Mereka telah mengembangkan sekitar 30 bahan ajar untuk menumbuhkan *scientific creativity* berdasarkan model AGA. Model AGA adalah model bahan ajar yang terdiri dari tiga langkah atau tahapan utama, yakni *Activity spontaneously*, *Guides for creative thinking*, dan *Activity Again*.<sup>56</sup>

Langkah atau tahapan pertama model AGA adalah *Activity spontaneously* (melakukan kegiatan secara spontan). Pada tahap ini mahasiswa diberikan tugas atau permasalahan yang harus dipecahkan, misalnya melakukan modifikasi terhadap elektroskop, rangkaian pegas susunan seri-paralel, atau kombinasi lensa cembung, lensa cekung, dan cermin yang disajikan untuk penggunaan yang lebih beragam, menyarankan berbagai hipotesis ilmiah baru untuk menjelaskan fenomena yang diamati, atau menyarankan situasi yang baru dan menarik yang menunjukkan fenomena yang tidak biasa. Pada tahap ini, mahasiswa menyelesaikan tugas secara mandiri, tidak ada petunjuk, panduan, atau

---

<sup>56</sup> Park J., “Development and Application of Learning Materials for Scientific Creativity and Analysis of Students’ Responses about It”, *makalah* dipresentasikan dalam the XIV IOSTE Symposium dengan tema “Socio-cultural and Human Values in Science and Technology Education”, Bled, Slovenia, Juni 2010, h. 1.

bantuan untuk membantu aktivitas pemecahan masalah oleh mahasiswa. Karenanya, beberapa mahasiswa dapat menunjukkan tingkat kreativitas yang tinggi dengan menyelesaikan tugas-tugas dengan sukses, namun banyak di antara mereka hanya dapat menyelesaikan tugas dengan cara biasa atau konvensional, dan juga, beberapa lainnya mungkin kesulitan dalam menyelesaikan tugas. Pada langkah kedua, *Guides for creative thinking*, mahasiswa diberi panduan aktual yang dapat mendorong aktivitas kreatif mereka untuk membantu menyarankan situasi baru yang tidak biasa. Panduan ini bukanlah aturan umum untuk semua jenis kreativitas ilmiah tetapi mungkin berbeda sesuai dengan jenis dan karakteristik tugas yang diberikan. Dalam panduan ini, untuk mendorong mahasiswa berpikir tidak biasa, mereka dipandu untuk mengubah struktur biasa atau kondisi yang diasumsikan menjadi berpikir secara terbalik. Kemudian pada langkah terakhir, *Activity Again*, mahasiswa diminta menerapkan panduan yang dilakukan pada langkah kedua ke situasi baru lainnya, situasi yang belum pernah mereka temukan atau pikirkan sebelumnya. Adapun langkah-langkah atau tahapan model AGA secara ringkas dapat dilihat pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3.** Langkah kegiatan model AGA

Isi bahan ajar tidak bisa dilepaskan dari konteks pembelajaran fisika, sehingga perlu dipahami bagaimana desain pembelajaran yang akan diterapkan, termasuk jika ingin mengembangkan kreativitas dalam fisika. Kreativitas dalam fisika dijelaskan sebagai proses intelektual multidimensional dan sangat kompleks yang terkait dengan mengetahui, memahami dan menerapkan konsep, hukum, prinsip, teori, formula, dan simbol yang berbeda dalam fisika. Kreativitas juga berkaitan dengan upaya membantu pembelajar dalam mengenali penyebab suatu masalah, merumuskan masalah, mengidentifikasi variabel, menemukan hubungan antarvariabel (membangun persamaan atau menggunakan hubungan semantik), menemukan alternatif solusi menggunakan pemikiran analitis, imajinasi antisipatif, dan verifikasi eksperimental jika diperlukan. Semua ini akan dapat membantu mengembangkan cara pandang pembelajar dalam perencanaan, menemukan hubungan yang baru antara objek konvensional dan persamaan antara konsep yang tampaknya berbeda, mengelaborasi

konsep, menemukan berbagai asosiasi kata dengan istilah ilmiah yang berbeda, menggunakan bahasa yang benar dalam fisika, menghubungkan berbagai konsep dan meningkatkan kualitas produk ilmiah, mendorong pemikiran yang berbeda secara umum dan pemikiran konvergen pada khususnya. Hal ini pada akhirnya mengarah pada verifikasi kemungkinan solusi masalah dengan menerima atau menolak langkah-langkah tersebut.<sup>57</sup> (Mukhopadhyay, 2011).

---

<sup>57</sup> Mukhopadhyay, R., “Measurement of Creativity in Physics - A Brief Review on Related Tools”, *Journal of Humanities and Social Science*, Vol. 6, No. 5, 2013, h. 45.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **A. Jenis dan Pendekatan**

Penelitian ini merupakan penelitian pendidikan dengan pendekatan *Research and Development*, yaitu suatu proses untuk mengembangkan dan mengesahkan produk dalam bidang pendidikan. Penelitian ini diarahkan pada pengembangan bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi berbasis *scientific creativity* yang diproyeksikan untuk digunakan oleh mahasiswa program studi Biologi dan Pendidikan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang

### **B. Sumber dan Teknik Pengumpulan Data**

Data penelitian diperoleh dari mahasiswa peserta matakuliah Fisika Dasar pada program Studi Biologi UIN Walisongo Semarang Tahun Akademik 2018/2019 dan validator ahli materi. Adapun validator ahli tersebut adalah Dr. Ellianawati, M.Si. dari Universitas Negeri Semarang (UNNES) dan Dr. Achmad Samsudin, M.Pd. dari Universitas Pendidikan Indonesia (UPI). Keduanya merupakan ahli dalam bidang Pendidikan Fisika yang beberapa penelitiannya berfokus pada pengembangan berpikir kreatif.

Teknik pengumpulan data menggunakan metode wawancara untuk memperoleh informasi tentang ketersediaan bahan ajar Fisika Dasar di UIN Walisongo Semarang khususnya untuk mahasiswa Biologi dan Pendidikan Biologi, metode angket untuk menguji kelayakan bahan ajar yang dikembangkan dan mengetahui respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar.



### C. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini menggunakan model ADDIE yang terdiri dari lima tahapan, yaitu *Analysis* (analisis), *Design* (perancangan), *Development* (pengembangan), *Implementation* (penerapan atau pelaksanaan), dan *Evaluation* (evaluasi). Model ADDIE dipilih karena sifatnya yang sederhana, mudah diimplementasikan, namun tidak tetap memperhatikan prinsip utama dalam *Research and Development*. Adapun skema model ADDIE ditunjukkan pada Gambar 3.1.

Kelima tahapan dalam model ADDIE dapat dijabarkan ke dalam tahapan penelitian sebagai berikut:

1. *Analysis* (analisis)  
Tahap ini berisi identifikasi masalah berkaitan dengan ketersediaan dan kelayakan bahan ajar Fisika Dasar untuk mahasiswa Biologi UIN Walisongo dan analisis kebutuhan penyusunan bahan ajar.
2. *Design* (perancangan)  
Kegiatan dalam tahap ini berupa penetapan tujuan bahan ajar, perancangan format dan sistematika bahan ajar, cakupan materi (keluasan dan kedalaman), aktivitas dalam bahan ajar, dan pemilihan sumber pustaka yang digunakan. Selain itu, pada tahap ini ditentukan pula ahli materi sebagai validator draf bahan ajar.
3. *Development* (pengembangan)  
Kegiatan dalam tahap ini berupa pembuatan draf atau bentuk permulaan bahan ajar dan validasi draf bahan ajar.
4. *Implementation* (penerapan atau pelaksanaan)  
Tahap ini berisi kegiatan uji coba penggunaan draf bahan ajar dalam pembelajaran dan pengumpulan

data respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar.

5. *Evaluation* (evaluasi)

Tahap ini berisi evaluasi dan perbaikan terhadap bahan ajar didasarkan atas data respon mahasiswa dan validasi ahli materi.



**Gambar 3.1.** Model ADDIE

#### **D. Instrumen Penelitian**

Instrumen dalam penelitian ini terdiri dari tiga jenis, yaitu instrumen wawancara, instrumen validasi bahan ajar, dan instrumen angket.

1. Instrumen wawancara

Instrumen wawancara yang digunakan berupa wawancara terstruktur dengan berfokus pada informasi ketersediaan bahan ajar Fisika Dasar di UIN Walisongo Semarang. Instrumen wawancara terdiri atas empat pertanyaan, yakni:

- a. Apakah mahasiswa selama ini menggunakan bahan ajar Fisika Dasar? Jika ya, dalam bentuk apa? Apa judul bahan ajarnya?
- b. Apakah bahan ajar yang digunakan sudah mengakomodasi kebutuhan Anda sebagai mahasiswa Biologi/Pendidikan Biologi? Apakah

- contoh dalam bahan terkait atau memiliki relevansi dengan biologi?
- c. Jika ada contoh terkait biologi, bagaimana intensitasnya? Apakah sering, jarang, atau sangat jarang?
  - d. Apakah dosen juga memberikan referensi yang memadai untuk sumber belajar? Jika ya, apakah dalam bentuk cetak atau digital?

## 2. Instrumen validasi

Instrumen validasi digunakan untuk menilai kelayakan bahan ajar ditinjau dari empat aspek penilaian, yaitu: 1) aspek kelayakan isi; 2) aspek kelayakan penyajian; 3) aspek kelayakan bahasa; dan 4) aspek *scientific creativity*. Keempat aspek ini kemudian dijabarkan ke dalam 14 indikator dan 28 butir penilaian. Selain itu, instrumen ini dilengkapi dengan beberapa pertanyaan pendukung untuk memperoleh saran dan masukan guna perbaikan bahan ajar.

Penjabaran aspek penilaian dalam instrumen validasi bahan ajar ditunjukkan pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1.** Kisi-kisi instrumen validasi kelayakan bahan ajar

<b>Aspek dan Indikator</b>	<b>Butir Penilaian</b>
<b>I. <i>Kelayakan isi</i></b>	
A. Kesesuaian materi dengan Capaian Pembelajaran Matakuliah	Kelengkapan materi
	Keluasan dan kedalaman materi

<b>Aspek dan Indikator</b>	<b>Butir Penilaian</b>
B. Keakuratan Materi	Keakuratan konsep dan definisi
	Keakuratan fakta dan data
	Keakuratan gambar, diagram, dan ilustrasi
	Kebenaran dan kejelasan notasi dan simbol
	Relevansi dan kredibilitas pustaka
C. Kemutakhiran Materi	Kemutakhiran fakta dan data
	Kemutakhiran contoh dan kasus
<b>II. Aspek Kelayakan Penyajian</b>	
A. Teknik Penyajian	Konsistensi sistematika
	Keruntutan konsep
B. Pendukung Penyajian	Kemenarikan pengantar bab
	Keakuratan contoh dan kasus
	Efektivitas uji kompetensi
	Keruntutan daftar pustaka
C. Penyajian Pembelajaran	Keterlibatan mahasiswa
D. Koherensi dan Keruntutan Alur Pikir	Keterkaitan antarsubbab dan antaralinea
	Keutuhan makna dalam bab/subbab/alinea
<b>III. Aspek Kelayakan Bahasa</b>	
A. Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa Indonesia	Ketepatan struktur kalimat
	Keefektifan kalimat
	Kebakuan istilah

<b>Aspek dan Indikator</b>	<b>Butir Penilaian</b>
B. Komunikatif	Pemahaman terhadap pesan atau informasi
C. Dialogis dan Interaktif	Kemampuan memotivasi
	Dorongan untuk berpikir
<b>IV. <i>Aspek Scientific Creativity</i></b>	
A. Fluency (kelancaran)	Kelancaran ide/gagasan, jawaban, atau pertanyaan ilmiah
B. Flexibility (keluwesan)	Keluwesannya ide/gagasan, jawaban, atau pertanyaan ilmiah
C. Originality (keaslian)	Keaslian ide/gagasan, jawaban, atau pertanyaan ilmiah
D. Elaboration (penguraian)	Penguraian ide atau gagasan ilmiah

### 3. Angket

Angket digunakan untuk mengetahui respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi berbasis *scientific creativity*. Instrumen angket menggunakan skala Likert dengan skala 1 (Sangat Tidak Setuju), 2 (Tidak Setuju), 3 (Setuju), dan 4 (Sangat Setuju). Angket ini terdiri dari tiga aspek yang dijabarkan ke dalam 18 butir pernyataan. Selain itu, angket ini juga dilengkapi bagian kosong untuk mahasiswa memberikan komentar, saran-saran, atau harapan untuk perbaikan bahan ajar Fisika Dasar Konteks Biologi Berbasis *Scientific Creativity*.

Penjabaran ketiga aspek dan butir pernyataan dalam angket ditunjukkan pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2.** Kisi-kisi angket respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar

<b>Aspek Bahan Ajar</b>	<b>Pernyataan</b>
A. Tampilan Bahan Ajar	Ilustrasi sampul menarik
	Gambar, diagram, dan ilustrasi bervariasi
	Variasi teks proporsional dan enak dibaca
	Kombinasi gambar, teks, dan warna proporsional
	Kombinasi gambar, teks, dan warna membantu pemahaman terhadap materi bahan ajar
B. Materi Bahan Ajar	Materi bahan ajar menarik
	Materi bahan ajar jelas dan lengkap
	Urutan materi dan penyajiannya logis dan sistematis
	Materi bahan ajar memudahkan dalam memahami konsep Fisika
	Materi bahan ajar membantu dalam memahami Biologi dengan perspektif Fisika
	Bagian Aktivitas Scientific Creativity mendorong untuk menemukan beragam jawaban secara cepat
	Bagian Aktivitas Scientific Creativity mendorong untuk membuat berbagai jenis solusi terhadap permasalahan dari

Aspek Bahan Ajar	Pernyataan
	berbagai sudut pandang
	Bagian Aktivitas Scientific Creativity mendorong untuk membuat ide baru dari sudut pandang yang belum pernah dipikirkan orang lain
	Bagian Aktivitas Scientific Creativity mendorong untuk menganalisis ide secara detail
	Penyajian materi bahan ajar mendorong saya untuk berdiskusi dan mencari informasi lainnya
	Bahan ajar memuat uji kompetensi yang dapat mengukur pemahaman tingkat tinggi
C. Bahasa	Kalimat mudah dipahami
	Istilah, notasi, dan simbol jelas dan mudah dipahami

## E. Teknik Analisis Data

### 1. Analisis Data Validasi Kelayakan Bahan Ajar

Data hasil validasi ahli terhadap kelayakan bahan ajar dianalisis dengan menghitung skor rata-rata yang diperoleh dengan persamaan berikut.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

dengan  $\bar{x}$  = skor rata-rata,  $\sum x$  = jumlah skor yang diperoleh, dan  $n$  = banyaknya butir penilaian.

Hasil perhitungan skor rata-rata ini selanjutnya dikonversi menjadi data kualitatif dengan menetapkan pedoman konversi dan kriteria tingkat kelayakan bahan ajar seperti tertera pada Tabel 3.3.

**Tabel 3.3.** Kriteria tingkat kelayakan bahan ajar<sup>58</sup>

Skor Rata-rata	Kriteria	Keterangan
$3,4 \leq \bar{x} < 4,0$	Sangat Layak	Tanpa revisi
$2,8 \leq \bar{x} < 3,4$	Layak	Perlu revisi
$2,2 \leq \bar{x} < 2,8$	Cukup Layak	Perlu revisi
$1,6 \leq \bar{x} < 2,2$	Tidak Layak	Diganti
$1,0 \leq \bar{x} < 1,6$	Sangat Tidak Layak	Diganti

## 2. Analisis Data Hasil Angket Respon Mahasiswa

Data hasil angket respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar dianalisis menggunakan persamaan yang sama dengan analisis data hasil validasi kelayakan bahan ajar.

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

dengan  $\bar{x}$  = skor rata-rata,  $\sum x$  = jumlah skor yang diperoleh seluruh responden, dan  $n$  = banyaknya responden.

Hasil perhitungan skor rata-rata ini selanjutnya dikonversi menjadi data kualitatif dengan

---

<sup>58</sup> Riduwan, *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*, (Bandung: Alfabeta, 2003), h. 15



menetapkan pedoman konversi dan kriteria tingkat respon mahasiswa terhadap bahan ajar seperti tertera pada Tabel 3.4.

**Tabel 3.4.** Kriteria tingkat respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar

<b>Skor Rata-rata</b>	<b>Kriteria</b>
$3,4 \leq \bar{x} \leq 4,0$	Sangat Baik
$2,8 \leq \bar{x} < 3,4$	Baik
$2,2 \leq \bar{x} < 2,8$	Cukup Baik
$1,6 \leq \bar{x} < 2,2$	Kurang Baik
$1,0 \leq \bar{x} < 1,6$	Sangat Kurang Baik

3. Analisis Data Hasil Wawancara  
Data hasil wawancara dianalisis secara kualitatif deskriptif guna memperkuat informasi yang telah diperoleh melalui beragam metode lainnya.

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A. Data Hasil Penelitian**

Penelitian ini merupakan *Research and Development* dengan menggunakan model ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*). Data hasil penelitian pada setiap tahapan dijabarkan sebagai berikut.

##### 1. *Analysis* (analisis)

Berdasarkan hasil wawancara terhadap mahasiswa program studi Biologi Tahun Akademik 2018/2019, diperoleh data bahwa mahasiswa tidak menggunakan bahan ajar cetak yang disusun sendiri oleh dosen. Beberapa mahasiswa menggunakan bahan ajar berupa buku atas inisiatif sendiri dengan meminjam di perpustakaan atau meminjam milik temannya. Adapun bahan ajar yang digunakan dosen adalah bahan ajar digital dalam bentuk materi presentasi MsPowerPoint. Selain itu, menurut mahasiswa, bahan ajar digital tersebut belum menggunakan konteks Biologi sebagai basis di semua materi yang diajarkan.

##### 2. *Design* (perancangan)

Pada tahap ini, peneliti menetapkan tujuan bahan ajar, cakupan materi (keluasan dan kedalaman), format dan sistematika bahan ajar, aktivitas dalam bahan ajar, dan pemilihan sumber pustaka yang digunakan. Selain itu, pada tahap ini ditentukan pula ahli materi sebagai validator draf bahan ajar.

Penyusunan bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi berbasis *scientific creativity* bertujuan untuk mengatasi kebutuhan mahasiswa Biologi dan

Pendidikan Biologi UIN Walisongo Semarang terhadap bahan ajar Fisika Dasar yang mudah dipahami sesuai konteks bidang keilmuan yang sedang dipelajarinya. Selain itu, bahan ajar ini juga dimaksudkan untuk membantu mahasiswa dalam mengembangkan *scientific creativity* mereka sehingga kelak menjadi lulusan yang siap berkompetisi di dunia kerja yang menuntut keterampilan berpikir kreatif.

Bahan ajar ini berisi beberapa materi Fisika yang memiliki keterkaitan erat dengan biologi. Materi tersebut adalah: 1) Pengukuran dan Vektor; 2) Hukum Newton tentang Gerak dan Aplikasinya; 3) Keseimbangan Benda Tegar; 4) Fluida Statis; 5) Fluida Dinamis; 6) Gelombang dan Bunyi; 7) Kelistrikan; dan 8) Kemagnetan. Dalam hal penyajian, bahan ajar disusun dengan sistematika dan format sebagai berikut: 1) Sampul; 2) Prakata; 3) Daftar Isi; 4) Bab (Judul Bab, Materi, Aktivitas *Scientific Creativity*, Uji Kompetensi); dan 5) Daftar Pustaka.

Pada tahap ini, peneliti juga menentukan dua orang validator ahli materi untuk menilai kelayakan bahan ajar, yaitu Dr. Ellianawati, M.Si. (Dosen Pendidikan Fisika Universitas Negeri Semarang) dan Dr. Achmad Samsudin, M.Pd. (Dosen Pendidikan Fisika Universitas Pendidikan Indonesia) dan menetapkan mahasiswa Program Studi Biologi sebagai responden penelitian untuk menilai bahan ajar. Selain itu, peneliti memilih beberapa referensi yang digunakan dalam menyusun bahan ajar, di yaitu:

- a. Abdullah, Mikrajudin. 2016. *Fisika Dasar I*. (Bandung: Institut Teknologi Bandung)
- b. Davidovits, P. 2008. *Physics in Biology and Medicine Third Edition*. (California: Elsevier Inc.)

- c. Hewitt, P.G., dkk. 2007. *Conceptual Integrated Science*. (San Fransisco: Pearson Education, Inc.)
- d. Newman, J. 2008. *Physics of the Life Sciences*. (New York: Springer Science+Business Media, LLC)

3. *Development* (pengembangan)

Pada tahap pengembangan, kegiatan yang dilakukan adalah pembuatan draf bahan ajar dan melakukan validasi draf bahan ajar oleh validator ahli materi. Adapun hasil validasi ahli materi Dr. Ellianawati, M.Si. (Ahli Materi I) dan Dr. Achmad Samsudin, M.Pd. (Ahli Materi II) ditunjukkan pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1.** Hasil validasi kelayakan bahan ajar

Aspek - Indikator	Butir Penilaian	Skor		
		I	II	Rata-rata
<b>I. Kelayakan Isi</b>				
A. Kesesuaian materi dengan Capaian Pembelajaran Matakuliah	Kelengkapan materi	4	4	4
	Keluasan dan kedalaman materi	3	3	3
B. Keakuratan Materi	Keakuratan konsep dan definisi	3	3	3
	Keakuratan fakta dan data	3	3	3
	Keakuratan gambar, diagram, dan ilustrasi	3	3	3
	Kebenaran dan	3	3	3

Aspek - Indikator	Butir Penilaian	Skor		
		I	II	Rata-rata
	kejelasan notasi dan simbol			
	Relevansi dan kredibilitas pustaka	4	3	3,5
C. Kemutakhiran Materi `	Kemutakhiran fakta dan data	4	4	4
	Kemutakhiran contoh dan kasus	4	4	4
<b>II. Aspek Kelayakan Penyajian</b>				
A. Teknik Penyajian	Konsistensi sistematika	4	3	3,5
	Keruntutan konsep	4	3	3,5
B. Pendukung Penyajian	Kemenaikan pengantar bab	3	4	3,5
	Keakuratan contoh dan kasus	3	3	3
	Efektivitas uji kompetensi	4	3	3,5
	Keruntutan daftar pustaka	4	3	3,5
C. Penyajian Pembelajaran	Keterlibatan mahasiswa	4	3	3,5
D. Koherensi dan Keruntutan Alur Pikir	Keterkaitan antarsubbab dan antaralinea	3	3	3
	Keutuhan makna dalam bab/ subbab/alinea	3	3	3

Aspek - Indikator	Butir Penilaian	Skor		
		I	II	Rata-rata
<b>III. Aspek Kelayakan Bahasa</b>				
A. Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa Indonesia	Ketepatan struktur kalimat	3	3	3
	Keefektifan kalimat	3	3	3
	Kebakuan istilah	3	3	3
B. Komunikatif	Pemahaman terhadap pesan atau informasi	3	3	3
C. Dialogis dan Interaktif	Kemampuan memotivasi	4	3	3,5
	Dorongan untuk berpikir	4	3	3,5
<b>IV. Aspek Scientific Creativity</b>				
A. Fluency (kelancaran)	Kelancaran ide/gagasan, jawaban, atau pertanyaan ilmiah	3	3	3
B. Flexibility (keluwesan)	Keluwesan ide/gagasan, jawaban, atau pertanyaan ilmiah	3	3	3
C. Originality (keaslian)	Keaslian ide/gagasan, jawaban, atau pertanyaan ilmiah	4	4	4
D. Elaboration (penguraian)	Penguraian ide atau gagasan	4	3	3,5

Aspek - Indikator	Butir Penilaian	Skor		
		I	II	Rata-rata
	ilmiah			

Selain data kuantitatif, validasi oleh kedua ahli materi tersebut juga dalam bentuk kualitatif. Berikut ini disajikan jawaban ahli materi terhadap beberapa pertanyaan pendukung.

- a. Menurut Bapak/Ibu, apakah terdapat kelebihan bahan ajar Fisika Dasar ini dibandingkan dengan bahan ajar Fisika Dasar lainnya? Jika Ya, pada bagian apa?

*Ya, beberapa pendekatan pembahasan menggunakan subjek makhluk hidup dan lebih kontekstual yang jarang ditemukan di bahan ajar fisika lain. Tagihan pembelajaran berupa kegiatan kreatif sudah ditampilkan dengan cukup baik, penyajian permasalahan yang mendukung terlatihnya keterampilan berpikir kreatif juga sudah diberikan dengan baik.*

(Dr. Ellianawai, M.Si., Ahli Materi I)

*Ya, Bahan ajar yang dikembangkan oleh peneliti mengaitkan konteks pembelajaran Fisika bagi mahasiswa Biologi. Hal ini menjadi kekuatan dari bahan ajar yang dikembangkan sehingga contoh dan konsep yang dibahas terkait dengan konteks Biologi. Selain itu, peneliti mengembangkan bahan ajar dalam rangka mengasah keterampilan berpikir kritis dan kreatif. Bahan ajar ini mengakomodasi hal tersebut.*

(Dr. Achmad Samsudin, M.Pd, Ahli Materi II)

- b. Menurut Bapak/Ibu, apakah terdapat kekurangan bahan ajar Fisika Dasar ini dibandingkan dengan bahan ajar Fisika Dasar lainnya? Jika Ya, pada bagian apa?

*Ya, masih diperlukan ilustrasi pendukung untuk menghubungkan satu sub konsep ke konsep lainnya dan sentuhan konten biologi baik dalam bentuk ungkapan ilmiah maupun kuantitas perlu dirujuk dengan data-data riil dalam bidang biologi. Kata kunci berpikir kreatif yaitu mampu menyelesaikan masalah dalam situasi baru atau konteks yang berbeda masih perlu ditingkatkan.*

(Dr. Ellianawai, M.Si., Ahli Materi I)

*Ya, Kekurangan yang ditemukan yaitu pada bagian konteks Biologi yang dikembangkan belum terkait secara halus dengan konsep Fisika yang dikembangkan. Terkesan konsep dan konteks fisika dalam Biologinya kurang menyatu dengan proses deskripsi konten Fisika sebelum konteks dijabarkan.*

(Dr. Achmad Samsudin, M.Pd, Ahli Materi II)

- c. Apa saran Bapak/Ibu untuk perbaikan dan pengembangan bahan ajar ini?

*Bahan ajar semacam ini sangat jarang ditemui, bahan ajar ini menarik karena berpotensi memadukan konsep Fisika dan Biologi dan berupaya memberikan titik temu dalam menyelesaikan atau menjelaskan fenomena dari dua pendekatan ini. Hal yang dapat diupayakan adalah memberikan data*



*dan informasi yang lebih dekat lagi dalam bidang biologi namun esensi Fisika nya masih nampak nyata. Adapun untuk melatih keterampilan berpikir kreatif secara lebih intensif dapat dilakukan dengan menyajikan persoalan dalam konteks atau situasi yang baru untuk permasalahan yang sejenis yang pernah dibahas.*

(Dr. Ellianawai, M.Si., Ahli Materi I)

*Saran saya, peneliti lebih mengembangkan konteks Biologinya dari dasar. Diarahkan dari konsep dasar Fisika dan secara hirarki konsep dalam Fisika diturunkan untuk mendapatkan formulasi konteks Biologi secara halus. Tidak terkesan konsep dan konteks Biologinya lepas dari konsep Fisikanya.*

(Dr. Achmad Samsudin, M.Pd, Ahli Materi II)

- d. Bapak/Ibu dimohon memberikan tanda centang (√) untuk memberikan kesimpulan terhadap penilaian bahan ajar ini.

Kesimpulan:

*Bahan ajar dapat digunakan dengan revisi.*

(Dr. Ellianawai, M.Si., Ahli Materi I)

Kesimpulan:

*Bahan ajar dapat digunakan dengan revisi.*

(Dr. Achmad Samsudin, M.Pd, Ahli Materi II)

4. *Implementation* (penerapan atau pelaksanaan)

Tahap ini berisi kegiatan pengumpulan data respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar Fisika Dasar yang dikembangkan.

**Tabel 4.2.** Respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar

<b>Aspek Bahan Ajar</b>	<b>Pernyataan</b>	<b>Skor Rata-rata</b>
A. Tampilan Bahan Ajar	Ilustrasi sampul menarik	3,00
	Gambar, diagram, dan ilustrasi bervariasi	3,09
	Variasi teks proporsional dan enak dibaca	3,09
	Kombinasi gambar, teks, dan warna proporsional	3,13
	Kombinasi gambar, teks, dan warna membantu pemahaman terhadap materi bahan ajar	3,35
B. Materi Bahan Ajar	Materi bahan ajar menarik	3,09
	Materi bahan ajar jelas dan lengkap	3,09
	Urutan materi dan penyajiannya logis dan sistematis	3,17
	Materi bahan ajar memudahkan dalam memahami konsep Fisika	3,30
	Materi bahan ajar membantu dalam memahami Biologi	3,39

<b>Aspek Bahan Ajar</b>	<b>Pernyataan</b>	<b>Skor Rata-rata</b>
	dengan perspektif Fisika	
	Bagian Aktivitas Scientific Creativity mendorong untuk menemukan beragam jawaban secara cepat	2,96
	Bagian Aktivitas Scientific Creativity mendorong untuk membuat berbagai jenis solusi terhadap permasalahan dari berbagai sudut pandang	3,83
	Bagian Aktivitas Scientific Creativity mendorong untuk membuat ide baru dari sudut pandang yang belum pernah dipikirkan orang lain	3,22
	Bagian Aktivitas Scientific Creativity mendorong untuk menganalisis ide secara detail	3,22
	Penyajian materi bahan ajar mendorong saya untuk berdiskusi dan mencari informasi lainnya	3,35
	Bahan ajar memuat uji	3,04

Aspek Bahan Ajar	Pernyataan	Skor Rata-rata
	kompetensi yang dapat mengukur pemahaman tingkat tinggi	
C. Bahasa	Kalimat mudah dipahami	3,30
	Istilah, notasi, dan simbol jelas dan mudah dipahami	3,09

#### 5. *Evaluation* (evaluasi)

Tahap ini berisi evaluasi dan perbaikan terhadap bahan ajar Fisika Dasar Konteks Biologi Berbasis *Scientific Creativity* berdasarkan hasil analisis data validasi kelayakan bahan ajar dan data respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar.

### B. Pembahasan

Bahan ajar didefinisikan sebagai segala bentuk bahan, baik tertulis maupun tidak tertulis, yang digunakan untuk membantu guru atau dosen dalam melaksanakan proses pembelajaran dan menjadi bahan untuk dipelajari oleh peserta didik dalam rangka mencapai kompetensi yang telah ditentukan. Bahan ajar merupakan komponen pembelajaran yang bersifat unik dan spesifik karena digunakan untuk tujuan tertentu, dalam proses pembelajaran tertentu, dan dirancang untuk mencapai kompetensi tertentu.<sup>59</sup> Hal ini pula yang mendasari pengembangan bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi berbasis *scientific creativity*. Bahan ajar Fisika Dasar

---

<sup>59</sup> Sungkono, *Pengembangan dan Pemanfaatan Bahan Ajar Modul dalam Proses Pembelajaran*, (Jakarta: Majalah Ilmiah Pembelajaran, 2009).

dirancang berbeda dengan bahan ajar Fisika Dasar pada umumnya karena ditujukan khusus untuk membantu mahasiswa Biologi dan Pendidikan Biologi UIN Walisongo dalam memahami konsep-konsep dasar dalam fisika dan melatih kemampuan *scientific creativity* mahasiswa.

### **1. Penggunaan Bahan Ajar pada Matakuliah Fisika Dasar di UIN Walisongo Semarang**

Bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi merupakan bahan ajar yang penting bagi mahasiswa Biologi dan Pendidikan Biologi UIN Walisongo untuk menunjang pemahaman mereka tentang fisika secara lebih mudah dan menarik. Semenjak matakuliah Fisika Dasar untuk mahasiswa biologi diajarkan di UIN Walisongo Semarang, belum ada bahan ajar Fisika Dasar yang secara khusus dibuat sesuai dengan kebutuhan mahasiswa Biologi, yakni bahan ajar yang tidak hanya membantu memahami konsep fisika tetapi sekaligus menunjang pemahaman mereka terhadap konsep-konsep dalam biologi.

Mayoritas pembelajaran matakuliah ini juga masih berbasis matematika karena semua dosen pengampu matakuliah ini merupakan dosen fisika dan tidak melibatkan dosen biologi dalam pembelajarannya. Bahan ajar yang paling banyak digunakan adalah buku “Fisika untuk Sains dan Teknik” karya Paul A. Tipler, buku “Fisika Dasar” karya Halliday, dkk., atau buku “Fisika” karya Douglas C. Giancoli. Akibatnya, konsep-konsep biologi tidak terinternalisasi dalam pembelajaran fisika sehingga mahasiswa merasa terpaksa belajar fisika yang tidak mereka kehendaki. Belajar tidak sesuai dengan bidangnya merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kondisi fisiologis mahasiswa sehingga

akan berdampak pada pencapaian hasil belajar.<sup>60</sup> Kondisi inilah yang menjadi alasan perlunya dikembangkan bahan ajar Fisika Dasar konteks biologi agar mahasiswa biologi dapat belajar dengan lebih baik. Meski demikian, sejak dua tahun terakhir, terdapat satu dosen yang telah mengembangkan media pembelajaran Fisika Dasar konteks biologi menggunakan MsPowerPoint, yakni Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd. Berdasarkan hasil wawancara terhadap mahasiswa, diperoleh informasi bahwa dosen tersebut telah menggunakan konsep dan contoh biologi dalam pembelajaran fisika meskipun belum meliputi semua materi. Namun, upaya menghadirkan konteks biologi dalam matakuliah Fisika Dasar sangat pantas untuk diapresiasi dan dilanjutkan. Berikut ini adalah salah satu contoh bentuk media pembelajaran yang telah dikembangkan oleh Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd.

## Fluida Statis

- **Hukum Pascal**

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

- **Tensimeter / Sfigmomanometer**

$$PA = \rho_{\text{raksa}}gh_2 - \rho_{\text{darah}}gh_1$$

h<sub>2</sub> : ketinggian air raksa

h<sub>1</sub> : ketinggian darah

Alat pengukur tekanan darah yang menggunakan air raksa, berarti tekanan darah dapat diukur dengan:

Menghitung berat jenis air raksa dikalikan dengan gravitasi dan ketinggian air raksa kemudian dikurangi dengan berat jenis darah dikalikan dengan gravitasi dan ketinggian darah.

© 2010 Wilely  
All rights reserved

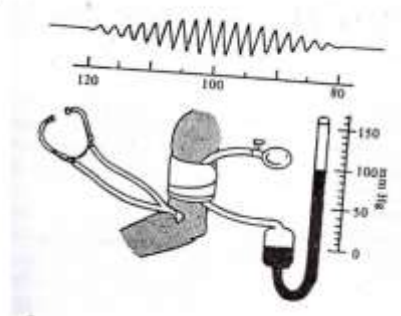
**Gambar 4.1.** Contoh materi bahan ajar Hukum Pascal dengan MsPowerPoint (Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd.)

---

<sup>60</sup> Djamarah B.S., *Strategi Belajar Mengajar*, (Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2010), h. 22.

## Tekanan darah

- Tekanan darah diukur menggunakan sphygmomanometer (tensimeter) yang berisi air raksa dan biasanya dikalibrasi dalam mmHg.
- Tensimeter dapat berupa manometer logam dan air raksa



**Gambar 4.2.** Contoh penerapan Hukum Pascal pada tensimeter (Muhammad Izzatul Faqih, M.Pd.)

Upaya seperti ini tentu akan menjadi lebih baik jika ditindaklanjuti dalam bentuk pengembangan bahan ajar yang lebih komprehensif dan sistematis, misalnya dalam bentuk buku atau modul. Sebab, media pembelajaran tersebut memiliki keterbatasan tentang apa yang disampaikan. Media pembelajaran hanya bisa dipahami jika ada penyampai pesan yang terlibat dalam menggunakan media tersebut.

## 2. Penyusunan Bahan Ajar Fisika Dasar Konteks Biologi Berbasis *Scientific Creativity*

Setelah teridentifikasi permasalahan dalam pembelajaran Fisika Dasar di UIN Walisongo, khususnya berkaitan dengan ketersediaan bahan ajar sesuai dengan konteks biologi, langkah berikutnya adalah merancang draf bahan ajar konteks Biologi berbasis *scientific creativity*. Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya dalam subbab Data Hasil Penelitian, pada tahap ini peneliti telah menetapkan tujuan bahan ajar, menetapkan cakupan materi (keluasan dan kedalaman materi), menentukan format dan sistematika bahan ajar, aktivitas

dalam bahan ajar, dan memilih referensi yang digunakan. Selain itu, pada tahap ini ditentukan pula ahli materi sebagai validator draf bahan ajar.

Tujuan bahan ajar merupakan tahapan pertama dan sangat penting karena menjadi dasar pijakan bagi peneliti dalam pengembangan isi bahan ajar. Penentuan bahan ajar didasarkan atas beberapa pertimbangan:

1. Kesesuaian dengan capaian pembelajaran yang harus dicapai oleh mahasiswa setelah selesai menempuh matakuliah. Adapun capaian pembelajaran matakuliah Fisika Dasar untuk Program Studi Biologi adalah mahasiswa mampu memahami dan menerapkan berbagai konsep dasar fisika yang berkaitan dengan permasalahan pengukuran, mekanika, fluida, getaran dan gelombang, kelistrikan dan kemagnetan menggunakan konteks Biologi;
2. Memperhatikan aspek lain yang ingin dikembangkan pada diri mahasiswa berdasarkan hasil riset atau observasi pada pembelajaran sebelumnya, misalnya aspek kreativitas dan berpikir kritis, literasi, atau pengembangan pendidikan karakter. Aspek lain yang dikembangkan pada bahan ajar ini adalah *scientific creativity* dan berpikir interdisipliner, yakni menunjukkan keterkaitan antara fisika dan biologi.

Tahapan berikutnya adalah menetapkan cakupan isi materi bahan ajar, baik keluasan maupun kedalaman materi yang akan dibahas. Keluasan cakupan materi ditunjukkan oleh adanya seberapa banyak materi yang dapat dicakup dalam bahan ajar utamanya dengan mempertimbangkan keterkaitan antara fisika dan biologi dalam berbagai bentuk, misalnya hubungan antarkonsep, contoh penerapan konsep, dan aplikasinya dalam bidang teknologi. Ditinjau dari aspek keluasan ini, materi bahan



ajar yang terpilih kemudian dijabarkan ke dalam delapan bab, yaitu: Bab I Pengukuran dan Vektor; 2) Bab II Hukum Newton tentang Gerak dan Aplikasinya; 3) Bab III Keseimbangan Benda Tegar); 4) Bab IV Fluida Statis; 5) Bab V Fluida Dinamis; 6) Bab VI Gelombang dan Bunyi; 7) Bab VII Kelistrikan; dan 8) Bab VIII Kemagnetan. Penentuan keluasan materi ini didasarkan atas kebutuhan mahasiswa program studi Biologi terhadap konsep fisika yang banyak terkait dengan konsep dalam biologi. Sementara itu, dalam hal kedalaman materi, indikatornya dapat dilihat dari seberapa detail atau rinci materi tersebut dideskripsikan dalam bahan ajar, mulai dari pendahuluan, definisi konsep dan persamaan matematis, ilustrasi gambar/tabel/grafik, contoh kasus dan penyelesaiannya, aktivitas *scientific creativity*, uji kompetensi, dan daftar pustaka. Aspek kedalaman materi ini menunjukkan sejauhmana materi tersebut dipelajari oleh mahasiswa dan sejauhmana batas dosen mengembangkannya.

Uraian materi dalam bahan ajar disusun dengan format dan sistematika tertentu. Format dan sistematika ini bersifat sederhana namun tetap memperhatikan dua hal yang harus yang ada, yakni keterkaitan ilmu fisika dan biologi dan aktivitas *scientific creativity*. Keterkaitan fisika dan biologi ini merupakan salah satu upaya untuk mewujudkan visi UIN Walisongo menjadi universitas riset terdepan berbasis pada kesatuan ilmu pengetahuan untuk kemanusiaan dan peradaban. Sedangkan aktivitas *scientific creativity* dipilih sebagai upaya untuk mengembangkan kemampuan berpikir kreatif mahasiswa guna menghadapi persaingan kerja abad ke-21. Penetapan format dan sistematika dimaksudkan untuk memastikan adanya konsistensi penyajian antarbab. Bahan ajar ini dicetak dengan format kertas A4 (21 cm x 29,7 cm) dengan batas kiri dan batas atas 3 cm, batas kanan dan

batas bawah 2,5 cm. Semua huruf menggunakan jenis font Cambria (heading) dengan ukuran 12 pt, kecuali untuk judul bab 14 pt, dan subbab 13 pt, serta warna dominan hitam kecuali judul bab dan subbab berwarna biru. Selain itu, bahan ajar ini dilengkapi dengan ilustrasi gambar, tabel, dan foto sesuai dengan materi yang disajikan secara proporsional dan tidak terlalu banyak warna. Hal ini dimaksudkan agar dapat membantu mahasiswa tapi tidak mengganggu dalam pembacaan. Sedangkan sistematika bahan ajar terdiri atas: 1) Sampul Bahan Ajar; 2) Prakata; 3) Daftar Isi; 4) Bab (Judul Bab, Materi, Aktivitas *Scientific Creativity*, Uji Kompetensi); dan 5) Daftar Pustaka. Sampul bahan ajar diberi warna agak mencolok, sederhana, disertai gambar lumba-lumba dan inti sel untuk memperkuat konteks biologi seperti ditunjukkan pada Gambar 4.3. Pada gambar sampul ini termuat lima komponen yang mewakili identitas bahan ajar, yaitu judul bahan ajar “FISIKA DASAR BERBASIS SCIENTIFIC CREATIVITY”, subjudul “KONTEKS BIOLOGI”, gambar lumba-lumba dan inti sel, logo UIN Walisongo Semarang, dan nama penulis. Warna dominan biru pada sampul menjadi wujud representasi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.



**Gambar 4.3.** Sampul bahan ajar

Bagian “Prakata” berisi uraian pengantar dari penulis tentang latar belakang disusunnya bahan ajar, tujuan, dan cara menggunakannya. Sedangkan “Daftar Isi” memuat seluruh bagian utama bahan ajar lengkap dengan halamannya.

Bagian bahan ajar berikutnya adalah bagian “Bab” yang memuat Judul Bab, Materi, Aktivitas *Scientific Creativity*, dan Uji Kompetensi. Setiap “Bab” dalam bahan ajar terdiri atas beberapa “Subbab” yang berisi konsep-konsep fisika dasar, persamaan matematis, dan

penerapannya dalam kehidupan sehari-hari khususnya berkaitan dengan biologi. Misalnya, “Bab IV Fluida Statis” terdiri atas Subbab “Gaya dan Tekanan”, “Tekanan Hidrostatik”, “Hukum Pascal”, “Hukum Archimedes”, “Tegangan Permukaan”, dan “Fluida Statis dalam Biologi”. Masing-masing subbab menyajikan penjelasan konsep fisika disertai ilustrasi gambar dan persamaan matematis. Pada Gambar 4.4. merupakan contoh pada subbab “Tekanan Hidrostatik”.

### B. TEKANAN HIDROSTATIS

Seorang penyelam yang menyelam cukup dalam di laut biasanya melengkapi dirinya dengan alat penutup telinga, selain alat bantu pernapasan. Jika telinga tidak ditutup, maka ada risiko telinga penyelam berdarah. Kenapa hal ini bisa terjadi? Karena adanya tambahan tekanan yang dihasilkan air laut pada tempat yang dalam. Tekanan tersebut mendorong bagian rongga telinga sehingga menimbulkan pendarahan telinga. Tekanan seperti ini biasa disebut Tekanan Hidrostatik.



Gambar 4.2. Sebuah plat dengan luas  $A$ , tercelup dengan kedalaman  $h$

Semakin dalam posisi penyelam dari atas permukaan air, maka tekanan hidrostatik semakin besar. Hal ini dapat dibuktikan dengan menggunakan ilustrasi pada Gambar 4.2. Sebuah plat tenggelam di dalam air dengan kedalaman  $h$  dari atas permukaan. Jika luas penampang plat adalah  $A$ , maka volume air di atas plat adalah  $V = Ah$ . Jika  $\rho$  adalah massa jenis air, maka massa air di atas plat adalah  $m = \rho V = \rho Ah$ . Sehingga berat zat cair yang ditahan plat adalah  $w = mg = \rho Ahg$ . Dari persamaan-persamaan tersebut dapat ditemukan **persamaan tekanan hidrostatik**

$$P = \frac{w}{A} = \rho gh$$

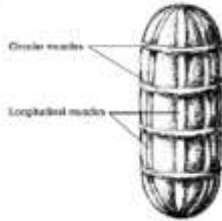
Persamaan ini menunjukkan bahwa semakin dalam posisi suatu benda dari atas permukaan air, maka benda tersebut akan merasakan tekanan hidrostatik yang semakin besar.

### Gambar 4.4. Materi pada Subbab “Tekanan Hidrostatik”

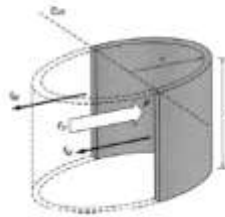
Sedangkan contoh penerapan fisika pada biologi ditunjukkan pada Gambar 4.5. Bagian ini menjelaskan secara detail proses kontraksi hidrostatik pada tubuh cacing sehingga cacing dapat bergerak meskipun tidak memiliki kaki. Contoh penerapan fisika pada biologi lain pada bab ini adalah berjalannya serratanga di atas air

akibat tegangan permukaan, tekanan pada aliran infus, dan gerakan ikan mengapung di air.

Untuk dapat memahami gerakan hewan seperti cacing tanah, dapat diasumsikan bahwa cacing terdiri dari silinder elastis tertutup yang diisi dengan cairan dengan silinder adalah kerangka hidrostatiknya. Cacing menghasilkan gerakan dengan otot longitudinal dan melingkar yang berjalan di sepanjang dinding silinder (lihat Gambar 4.6). Karena volume cairan dalam silinder konstan, maka kontraksi otot-otot lebih tipis dan lebih panjang. Kontraksi otot longitudinal menyebabkan cacing menjadi lebih pendek dan gemuk. Jika otot longitudinal berkontraksi hanya pada satu sisi, maka cacing membungkuk ke arah sisi kontak. Dengan menjalarkan ujung-ujung alternatif tubuhnya ke permukaan dan dengan menghasilkan kontraksi longitudinal dan melingkar berurutan, cacing dapat bergerak maju atau mundur. Kontraksi longitudinal di satu sisi mengubah arah gerak.



Gambar 4.6. Rangka hidrostatik



Gambar 4.7 Menghitung tekanan di dalam cacing

**Gambar 4.5.** Penerapan konsep fluida kontraksi hidrostatik pada cacing

Setiap bab juga dilengkapi dengan “Aktivitas *Scientific Creativity*”. Bagian ini berisi kegiatan yang mendorong mahasiswa untuk berpikir kreatif ilmiah. Setiap tahapan kegiatan berfokus pada aspek *scientific creativity*, yakni *fluency* (kelancaran), *flexibility* (keluwesan), *originality* (keaslian), dan *elaboration* (penguraian). *Fluency* adalah kemampuan untuk menghasilkan sejumlah tanggapan yang valid dalam waktu yang cepat. *Flexibility* adalah kemampuan untuk menghasilkan berbagai jenis tanggapan yang berbeda sudut pandang. *Originality* adalah kemampuan untuk menghasilkan tanggapan langka yang sangat berbeda dari lainnya, asli, dan tidak klise. Sedangkan *elaboration*

adalah kemampuan untuk membangun obyek yang kompleks atas dasar konstruksi sederhana yang dicirikan oleh uraian yang rinci atau detail sehingga lebih menarik. Contoh masing-masing aspek *scientific creativity* tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7.

#### G. AKTIVITAS SCIENTIFIC CREATIVITY

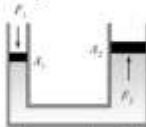
##### 1. Tujuan

- a. Meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep fisika dalam fluida statis
- b. Melatih kreativitas ilmiah mahasiswa

##### 2. Langkah Kegiatan

Kegiatan ini diawali pembagian kelompok oleh dosen. Tiap kelompok beranggotakan 3-4 orang dengan pertimbangan tertentu atau secara acak. Kemudian dosen meminta tiap kelompok untuk melakukan aktivitas berikut ini. Perhatikan waktu pelaksanaan tahapan kegiatan yang memerlukan persyaratan waktu penyelesaian.

- a. Tuliskan sebanyak-banyaknya peristiwa fluida statis dalam kehidupan sehari-hari (**maksimal 3 menit**)
- b. Disajikan tiga jenis cairan: oli, gliserin, dan spiritus. Tuliskan dua cara untuk mengetahui massa jenis cairan manakah yang lebih besar dibandingkan cairan lainnya.
- c. Disajikan gambar berikut.



Jika Anda menghendaki agar  $F_2 = 50F_1$ , apa yang dapat Anda lakukan terhadap tabung hidrolik? Berikan beberapa solusi yang mungkin dilakukan.

**Gambar 4.6.** Kegiatan yang mendorong pengembangan aspek *fluency* dan *flexibility*

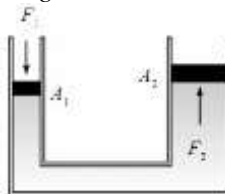
Pada Gambar 4.6, aspek *fluency* dikembangkan melalui poin a, yaitu

- a. Tuliskan sebanyak-banyaknya peristiwa fluida statis dalam kehidupan sehari-hari (**maksimal 3 menit**)!

Sebagaimana definisi *fluency*, perintah ini mendorong mahasiswa untuk menghasilkan jawaban atau tanggapan yang valid dalam waktu yang cepat. Karenanya, pembatasan waktu menjawab perintah ini menjadi faktor penting yang harus dipatuhi oleh dosen dan mahasiswa. Sedangkan poin b dan c berisi pertanyaan yang mendorong pengembangan aspek *flexibility*, yakni

b. *Disajikan tiga jenis cairan: oli, gliserin, dan spiritus. Tuliskan dua cara untuk mengetahui massa jenis cairan manakah yang lebih besar dibandingkan cairan lainnya.*

c. *Disajikan gambar berikut.*



*Jika Anda menghendaki agar  $F_2 = 50F_1$ , apa yang dapat Anda lakukan terhadap tabung hidrolis? Berikan beberapa solusi yang mungkin dilakukan!*

Kedua pertanyaan ini menghendaki agar mahasiswa memberikan sejumlah jawaban yang bervariasi dengan sudut pandang yang berbeda-beda, mencari banyak alternatif solusi, dan menggunakan berbagai macam pendekatan atau cara berpikir dalam menyelesaikan masalah tersebut.

Pada Gambar 4.7., aspek *originality* dikembangkan melalui poin d dan e. Sedangkan poin f diarahkan pada pengembangan aspek *elaboration*. Mahasiswa diminta memprediksi ketinggian air ketika es mencair (yang di

dalamnya terdapat besi) dan merancang ide agar plastisin dapat mengapung di permukaan air merupakan kegiatan yang cukup menantang karena bersifat unik dan menuntut mahasiswa untuk berpikir di luar kebiasaan. Jawaban dan ide yang asli hanya akan dapat dihasilkan jika mahasiswa mampu keluar dari kerangka berpikir orang pada umumnya. Sementara itu, pada poin f, mahasiswa diajak untuk berpikir secara detail tentang kondisi minuman kaleng saat dimasukkan ke dalam air berdasarkan data yang disajikan. Mahasiswa diajak untuk menganalisis hubungan antarbesaran fisika pada kasus tersebut dan memprediksi kemungkinan-kemungkinan yang terjadi pada kaleng dengan mengungkapkan penyebab mengapa hal tersebut dapat terjadi.

d. Disajikan gambar es berisi besi terapung pada wadah berisi air.



Prediksilah ketinggian air ketika es mencair.

- e. Ambil sepotong plastisin kemudian masukkan ke dalam air. Amat apa yang terjadi. Rancanglah ide bagaimana membuat plastisin dapat mengapung di permukaan air.
- f. Disajikan data kandungan gula pada minuman kaleng 330 ml sebagai berikut.

No	Nama Minuman	Kandungan Gula
1	Minuman W	10,6 g
2	Minuman X	8,2 g
3	Minuman Y	6,3 g
4	Minuman Z	9,5 g

Jika diasumsikan massa kaleng dan massa minuman sama, bagaimana kondisi minuman tersebut ketika dimasukkan ke dalam air? Kaleng manakah yang mengalami tekanan lebih besar dan mengapa hal tersebut terjadi?

**Gambar 4.7.** Kegiatan yang mendorong pengembangan aspek *originality* dan *elaboration*



Semua tahapan pada bagian penyusunan bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi berbasis *scientific creativity* di atas sangat didukung oleh pemilihan referensi yang digunakan. Pemilihan ini didasarkan atas relevansi referensi dengan isi materi bahan ajar. Selain itu, referensi yang dipilih juga harus diterbitkan pada kurun waktu 10 tahun terakhir. Hal ini dimaksudkan agar informasi dalam referensi bersifat aktual dan terkini. Oleh karenanya, kemudian terpilih empat referensi sebagai berikut,

- a. Abdullah, Mikrajudin. 2016. *Fisika Dasar I*. (Bandung: Institut Teknologi Bandung);
- b. Davidovits, Paul. 2008. *Physics in Biology and Medicine Third Edition*. (California: Elsevier Inc.)
- c. Hewitt, Paul G., dkk. 2007. *Conceptual Integrated Science*. (San Fransisco: Pearson Education, Inc.)
- d. Newman, Jay. 2008. *Physics of the Life Sciences*. (New York: Springer Science+Business Media, LLC)

Keempat referensi di atas secara umum mengkaji tentang konsep dan permasalahan fisika dalam konteks sains khususnya biologi dan kedokteran. Meski demikian, untuk pengembangan bahan ajar ini, konteks biologi tersebut masih perlu disesuaikan dengan kebutuhan dan karakteristik mahasiswa UIN Walisongo Semarang.

Setelah semua tahapan penyusunan draf bahan ajar selesai, peneliti menetapkan dua orang ahli materi sebagai validator untuk menilai kelayakan bahan ajar. Kedua ahli tersebut adalah Dr. Ellianawati, M.Si., dosen Pendidikan Fisika Universitas Negeri Semarang (UNNES) dan Dr. Achmad Samsudin, M.Pd., dosen Pendidikan Fisika Universitas Pendidikan Indonesia (UPI Bandung) dan menetapkan mahasiswa Program Studi Biologi sebagai responden penelitian untuk menilai penggunaan bahan ajar.

### 3. Validasi Kelayakan Bahan Ajar Fisika Dasar Konteks Biologi Berbasis *Scientific Creativity*

Hasil validasi kelayakan bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi berbasis *scientific creativity* dapat dilihat pada Tabel 4.1. Berdasarkan data pada Tabel 4.1., dapat dihitung skor rata-rata pada tiap aspek penilaian kelayakan bahan ajar oleh dua orang ahli materi sebagaimana dinyatakan dalam Tabel 4.3.

**Tabel 4.3.** Hasil validasi kelayakan bahan ajar

No	Aspek Penilaian	Skor rata-rata		Kriteria
1	Kelayakan Isi	Ahli I	3,44	Sangat Layak
		Ahli II	3,33	Layak
2	Kelayakan Penyajian	Ahli I	3,56	Sangat Layak
		Ahli II	3,11	Layak
3	Kelayakan Bahasa	Ahli I	3,33	Layak
		Ahli II	3,00	Layak
4	Scientific Creativity	Ahli I	3,50	Sangat Layak
		Ahli II	3,25	Layak

Berdasarkan hasil validasi kelayakan bahan ajar pada Tabel 4.3., maka dapat dihitung skor rata-rata hasil penilaian oleh masing-masing ahli materi, yaitu 3,46 atau Sangat Layak (ahli materi I) dan 3,17 atau Layak (ahli materi II). Sedangkan jika ditinjau skor rata-rata pada setiap aspek penilaian, maka diperoleh skor rata-rata pada aspek kelayakan isi 3,39, pada aspek kelayakan penyajian 3,33, pada aspek kelayakan bahasa 3,17, dan pada aspek *scientific creativity* 3,38. Dengan demikian, bahan ajar yang dikembangkan ini memperoleh skor rata-rata

tertinggi pada aspek kelayakan isi 3,39 dan memperoleh skor rata-rata terendah pada aspek kelayakan bahan 3,17.

Aspek kelayakan isi yang memperoleh skor rata-rata tertinggi meliputi kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran matakuliah dan keakuratan materi. Hal ini berarti bahan ajar yang dikembangkan telah memenuhi kelengkapan, keluasan, dan kedalaman materi yang baik. Selain itu, bahan ajar telah menyajikan materi secara akurat dan jelas baik konsep, definisi, fakta, data, gambar, diagram, ilustrasi, notasi, dan simbol, dan kredibilitas pustaka yang digunakan. Kelayakan bahan ajar ini mencapai nilai terendah pada aspek kelayakan bahasa namun masih berada pada kriteria Layak. Hal ini berarti perlu dilakukan revisi terhadap bahan ajar pada aspek kelayakan bahasa, yang meliputi kesesuaian penulisan kalimat dengan kaidah Bahasa Indonesia, komunikatif, dialogis, dan interaktif. Sedangkan pada aspek kelayakan penyajian dan *scientific creativity*, para ahli menilai sudah Sangat Layak dan Layak. Namun demikian, untuk memperoleh bahan ajar yang lebih baik, catatan para ahli perlu untuk ditindaklanjuti dengan revisi atau perbaikan. Adapun catatan tersebut dan perbaikannya akan dijelaskan pada bagian berikutnya.

Kedua ahli materi tidak hanya memberikan penilaian secara kuantitatif terhadap kelayakan bahan ajar, tetapi juga memberikan pendapat dengan menjawab tiga pertanyaan pendukung dalam instrumen penilaian. Sebagaimana telah disajikan dalam bagian Data Hasil Penelitian, ahli materi I (Dr. Ellianawati, M.Si.) menyatakan apresiasi terhadap pendekatan pembahasan dalam bahan ajar yang menggunakan subjek makhluk hidup dan kontekstual. Pendekatan ini jarang ditemukan di bahan ajar fisika lainnya. Selain itu, disampaikan juga bahwa kegiatan kreatif dan permasalahan yang

mendukung terlatihnya keterampilan berpikir kreatif sudah disajikan dengan baik. Hal ini sejalan dengan ahli materi II (Dr. Achmad Samsudin, M.Pd.) yang menyatakan kekuatan bahan ajar ini terletak pada keterkaitan konteks pembelajaran fisika bagi mahasiswa biologi, sehingga contoh dan konsep yang disajikan relevan dengan kebutuhan mahasiswa. Selain itu, bahan ajar ini telah mengakomodasi keterampilan berpikir kritis dan kreatif. Pernyataan kedua ahli tersebut menunjukkan bahwa bahan ajar Fisika Dasar ini memiliki kelebihan dibandingkan bahan ajar fisika lainnya. Kelebihan tersebut terletak pada integrasi interdisipliner konteks biologi ke dalam konsep fisika dan mengakomodasi pengembangan keterampilan berpikir kreatif ilmiah mahasiswa (*scientific creativity*).

Bahan ajar ini selain memiliki kelebihan juga masih terdapat beberapa kekurangan. Sebagaimana disampaikan oleh ahli materi I, kekurangan tersebut terletak pada kurangnya ilustrasi pendukung untuk menghubungkan satu konsep dengan konsep lainnya dan sentuhan konten biologi baik dalam bentuk ungkapan ilmiah maupun kuantitas sehingga perlu dirujuk dengan data-data riil dalam bidang biologi. Oleh karenanya, perlu diupayakan agar data dan informasi yang disajikan lebih dekat dalam bidang biologi namun esensi Fisika-nya masih terlihat nyata. Perkembangan teknologi terkini dalam bidang biologi dan kedokteran dapat dirujuk untuk menumbuhkan rasa ingin tahu mahasiswa. Kata kunci berpikir kreatif yaitu mampu menyelesaikan masalah dalam situasi baru atau konteks yang berbeda juga masih perlu ditingkatkan. Kreativitas dalam bahan ajar mayoritas baru tercermin pada bagian “Aktivitas *Scientific Creativity*” sedangkan pada bagian lain masih belum terlihat nyata, sehingga untuk melatih keterampilan berpikir kreatif secara lebih intensif dapat dilakukan dengan menyajikan persoalan

dalam konteks atau situasi yang baru untuk permasalahan yang sejenis yang pernah dibahas. Sementara itu, ahli materi II menemukan kekurangan bahan ajar ini terletak pada konteks Biologi yang dikembangkan belum terkait secara halus dengan konsep Fisika sehingga konsep dan konteks fisika dalam Biologinya terkesan kurang menyatu dengan konten Fisika sebelum konteks dijabarkan. Lebih jauh ahli materi ini menyarankan agar peneliti lebih mengembangkan konteks Biologinya dari dasar dan secara hirarkis konsep dalam fisika diturunkan untuk mendapatkan formulasi konteks Biologi secara halus agar tidak terkesan konsep dan konteks biologinya lepas dari konsep fisiknya. Perpindahan yang kasar atau terlepasnya konsep fisika dari biologi akan berpengaruh terhadap kesan pembaca terhadap isi materi secara keseluruhan. Akibatnya, pembaca akan merasa kurang nyaman dengan bahan ajar tersebut.

Kesimpulan akhir kedua ahli materi terhadap bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi berbasis *scientific creativity* adalah bahwa bahan ajar ini dapat digunakan dengan revisi pada beberapa bagian. Berikut ini disajikan contoh beberapa bagian yang perlu direvisi dan disertai hasil perbaikannya.

- a. Kalimat “Fisika membagi fluida menjadi dua macam” dapat menimbulkan miskonsepsi karena bukan fisika yang membagi fluida, tetapi sifat fluida yang menjadi dasar kategorisasi fluida dalam fisika. Oleh karenanya ahli materi menyarankan agar kalimat tersebut diubah menjadi “Fluida dapat dikategorikan ke dalam dua jenis berdasarkan sifatnya”. Selain itu, ditemukan kekurangan informasi dan kesalahan struktur kalimat yang berpotensi meimbulkan salah tafsir. Kalimat tersebut berbunyi, “Kedua fluida tersebut memiliki dapat” (Gambar 4.8.).

Fluida membagi fluida menjadi dua macam yaitu fluida statis (fluida yang diam) dan fluida dinamis (fluida yang mengalir). Kedua fluida tersebut memiliki dapat ditemukan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari, mulai dari bentuk yang sederhana hingga yang kompleks, termasuk proses metabolisme tubuh manusia yang didominasi oleh zat cair, baik dalam bentuk air, darah, maupun pertukaran gas  $O_2$  dan  $CO_2$ .

(a)

Fluida dapat dikategoriasi menjadi dua jenis berdasarkan sifatnya, yaitu fluida statis (fluida yang diam) dan fluida dinamis (fluida yang mengalir). Kedua jenis fluida tersebut banyak ditemukan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, mulai dari bentuk yang sederhana hingga yang kompleks. Misalnya, proses metabolisme tubuh manusia yang didominasi oleh air, darah, dan pertukaran gas  $O_2$  dan  $CO_2$ . Oleh karena itu, untuk memahami lebih jauh tentang konsep-konsep fisika dalam fluida statis dan penerapannya dalam biologi, pada Bab IV ini akan dibahas gaya dan tekanan pada fluida statis, tekanan hidrostatik, hukum Pascal, hukum Archimedes, tegangan permukaan, dan fluida statis dalam biologi.

(b)

**Gambar 4.8.** Teks pengantar di bab IV (a) sebelum revisi, (b) setelah revisi

- b. Perlu adanya pengantar tentang materi apa saja yang akan dibahas pada bagian selanjutnya sehingga mahasiswa akan mengetahui secara sepintas apa yang akan dipelajarinya. Selain itu, perlu ada ide penyambung antara jenis dan sifat fluida dengan konsep gaya dan tekanan sehingga antarkalimat tidak lepas dan terkesan kasar. Perlu juga dijelaskan alasan mengapa fluida statis dibahas terlebih dahulu serta saran mengubah subjudul menjadi Gaya dan Tekanan pada Fluida Statis (Gambar 4.9). Catatan ahli materi ini mencerminkan perlunya keterkaitan antarkalimat secara eksplisit agar mahasiswa dapat memahami isi materi bahan ajar dengan lebih mudah. Struktur kalimat yang meloncat-loncat justru akan membingungkan mahasiswa.

#### A— GAYA DAN TEKANAN

Pembahasan fluida statis tidak bisa dilepaskan dari konsep tekanan. Seorang penyelam di kolam yang airnya diam akan merasakan tekanan di seluruh tubuhnya dari berbagai arah. Hal ini dapat dijelaskan seperti pada Gambar 4.1. Gaya gravitasi pada kubus diabaikan karena bentuknya yang kecil. Besarnya tekanan fluida pada satu sisi kubus harus sama dengan besarnya tekanan pada sisi sebaliknya. Apabila hal ini tidak terjadi, maka akan ada gaya total pada kubus sehingga menyebabkan kubus bergerak.

(a)

Fluida dapat dikategoriasi menjadi dua jenis berdasarkan sifatnya, yaitu fluida statis (fluida yang diam) dan fluida dinamis (fluida yang mengalir). Kedua jenis fluida tersebut banyak ditemukan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, mulai dari bentuk yang sederhana hingga yang kompleks. Misalnya, proses metabolisme tubuh manusia yang didominasi oleh air, darah, dan pertukaran gas  $O_2$  dan  $CO_2$ . Oleh karena itu, untuk memahami lebih jauh tentang konsep-konsep fisika dalam fluida statis dan penerapannya dalam biologi, pada Bab IV ini akan dibahas gaya dan tekanan pada fluida statis, tekanan hidrostatik, hukum Pascal, hukum Archimedes, tegangan permukaan, dan fluida statis dalam biologi.

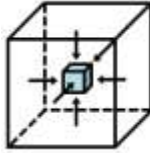
#### A. GAYA DAN TEKANAN PADA FLUIDA STATIS

Pembahasan fluida statis tidak bisa dilepaskan dari konsep tekanan. Seorang penyelam di kolam yang airnya diam akan merasakan tekanan di seluruh tubuhnya dari berbagai arah. Hal ini dapat dijelaskan seperti pada Gambar 4.1. Gaya gravitasi pada kubus diabaikan karena bentuknya yang kecil. Besarnya tekanan fluida pada satu sisi kubus harus sama dengan besarnya tekanan pada sisi sebaliknya. Apabila hal ini tidak terjadi, maka akan ada gaya total pada kubus sehingga menyebabkan kubus bergerak.

(b)

**Gambar 4.9.** Teks pengantar di subbab Gaya dan Tekanan pada Fluida Statis (a) sebelum revisi, (b) setelah revisi

- c. Penulisan lambang dan persamaan tidak konsisten, khususnya besaran vektor, seperti gaya dan tekanan. Vektor gaya pada gambar 4.1. (dalam bahan ajar) disertai simbol  $F$  sehingga tidak jelas maksudnya.



Gambar 4.1. Besar tekanan selalu sama dari segala arah

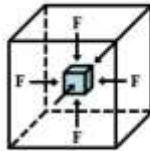
Tekanan didefinisikan sebagai gaya per satuan luas. Gaya  $F$  dipahami sebagai besarnya gaya yang bekerja tegak lurus terhadap permukaan  $A$ :

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

$P$  adalah simbol tekanan dengan satuan  $\text{N/m}^2$  atau pascal (Pa),  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ .

Sifat penting lain dari fluida statis adalah gaya yang disebabkan oleh tekanan fluida. Arah gaya pada fluida statis selalu tegak lurus dengan permukaan yang bersentuhan

(a)



Gambar 4.1. Besar tekanan selalu sama dari segala arah

Tekanan didefinisikan sebagai gaya per satuan luas. Gaya  $F$  dipahami sebagai besarnya gaya yang bekerja tegak lurus terhadap permukaan  $A$ .

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

$P$  adalah lambang tekanan dengan satuan  $\text{N/m}^2$  atau pascal (Pa),  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ .

Sifat penting lain dari fluida statis adalah gaya yang disebabkan oleh tekanan fluida. Arah gaya pada fluida statis selalu tegak lurus dengan permukaan yang bersentuhan

(b)

**Gambar 4.10.** Penulisan lambang dan persamaan (a) sebelum revisi, (b) setelah revisi

- d. Pencatuman tabel atau gambar belum dilengkapi dengan sumber yang akurat. Pencantuman sumber kutipan dimaksudkan agar kredibilitas bahan ajar ini terjaga dan terhindar dari plagiasi. Misalnya, pada “Tabel 4.1. Tegangan permukaan beberapa zat”, apakah data tersebut merupakan hasil eksperimen oleh siapa atau mengutip dari buku/jurnal apa.



**Tabel 4.1.** Tegangan permukaan beberapa zat

Zat	Suhu (°C)	Tegangan Permukaan (N/m)
Air Raksa	20	0,44
Alkohol, ethyl	20	0,023
Darah, utuh	37	0,058
Darah, plasma	37	0,073
Air	0	0,076
Air	20	0.072
Air	100	0,059
Benzena	20	0,029
Larutan sabun	20	≈0,025
Oksigen	-193	0,016

(a)

**Tabel 4.1.** Tegangan permukaan beberapa fluida

Fluida	Suhu (°C)	Tegangan Permukaan (N/m)
Air	0	0,0756
Air	20	0.0728
Air	100	0,0589
Air Raksa	20	0,465
Alkohol, ethyl	20	0,0223
Benzena	20	0,029
Darah, plasma	37	0,073
Darah, utuh	37	0,058
Emas	1070	1,000
Gliserin	20	0,0631
Helium	-269	0,00012
Larutan sabun	20	0,0370
Minyak kelapa	20	0,032
Oksigen	-193	0,0157

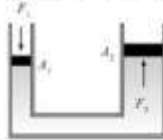
(Sumber: Urone, P.P., Hinrichs, R., Dirks, K., & Sharma, M., *College Physics*, OpenStax College, 2013)

(b)

**Gambar 4.11.** Tegangan permukaan beberapa fluida (a) sebelum revisi, (b) sesudah revisi

- e. Beberapa gambar tidak disertai keterangan yang jelas sehingga dapat mengakibatkan pemahaman yang tidak utuh dan kekeliruan dalam memahami maksud gambar tersebut.

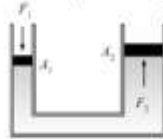
c. Disajikan gambar berikut.



Jika Anda menghendaki agar  $F_2 = 50F_1$ , apa yang dapat Anda lakukan terhadap tabung hidrolik? Berikan beberapa solusi yang mungkin dilakukan.

(a)

c. Disajikan gambar bejana berhubungan di bawah ini. Luas penampang  $A_1$  lebih kecil daripada luas penampang  $A_2$ .



Jika Anda menghendaki agar  $F_2 = 50F_1$ , apa yang dapat Anda lakukan terhadap tabung hidrolik? Berikan beberapa solusi yang mungkin dilakukan.

(b)

**Gambar 4.12.** Keterangan gambar bejana berhubungan (a) sebelum revisi, (b) sesudah revisi

- f. Beberapa istilah asing masih ditulis tegak. Padahal sesuai dengan aturan penulisan kalimat sesuai dengan Ejaan yang Disempurnakan (EYD), kata asing atau kata dalam bahasa lokal harus ditulis miring. Misalnya, SCIENTIFIC CREATIVITY ditulis *SCIENTIFIC CREATIVITY*.

#### G. AKTIVITAS SCIENTIFIC CREATIVITY

##### 1. Tujuan

- a. Meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep fisika dalam fluida statis
- b. Melatih kreativitas ilmiah mahasiswa

(a)

#### G. AKTIVITAS SCIENTIFIC CREATIVITY

##### 1. Tujuan

- a. Meningkatkan pemahaman mahasiswa terhadap konsep fisika dalam fluida statis
- b. Melatih kreativitas ilmiah mahasiswa

(b)

**Gambar 4.13.** Penulisan istilah asing (a) sebelum revisi, (b) sesudah revisi

#### 4. Respon Mahasiswa terhadap Penggunaan Bahan Ajar Fisika Dasar Konteks Biologi Berbasis *Scientific Creativity*

Jumlah responden yang mengisi angket respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi berbasis *scientific creativity* sebanyak 23 mahasiswa. Keduapuluh tiga mahasiswa tersebut merupakan mahasiswa program studi Biologi peserta matakuliah Fisika Dasar semester gasal tahun akademik 2018/2019. Responden memberikan penilaian terhadap tiga aspek, yaitu tampilan bahan ajar, materi bahan ajar, dan bahasa yang digunakan yang terdiri atas 18 butir pernyataan.

Data respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi berbasis *scientific creativity* dapat dilihat pada Tabel 4.2. Berdasarkan data pada Tabel 4.2., skor rata-rata respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar dapat diajikan dalam Tabel 4.4.

**Tabel 4.4.** Hasil angket respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar

No	Aspek	Skor rata-rata	Kriteria
1	Tampilan bahan ajar	3,13	Baik
2	Materi bahan ajar	3,24	Baik
3	Bahasa	3,20	Baik

Dengan demikian, bahan ajar ini memperoleh skor rata-rata respon mahasiswa 3,16 (kategori Baik) dengan skor tertinggi pada aspek materi bahan ajar 3,24 dan memperoleh skor rata-rata terendah pada aspek tampilan bahan ajar 3,13.

Respon mahasiswa yang baik terhadap aspek materi bahan ajar menunjukkan bahwa secara umum materi bahan ajar yang dikembangkan menarik, jelas dan lengkap, penyajiannya logis dan sistematis, telah memudahkan mahasiswa dalam memahami konsep-konsep fisika, membantu memahami biologi dengan perspektif fisika, mendorong berkembangnya keterampilan berpikir kreatif ilmiah (*scientific creativity*). Sedangkan pada aspek tampilan bahan ajar, beberapa hal perlu mendapat perhatian untuk dilakukan perbaikan, di antaranya variasi gambar, diagram, dan tabel serta kombinasi ketiganya baik dalam proporsi susunan maupun warnanya.

Selain memberikan respon secara kuantitatif dengan skala likert, responden juga memberikan saran, komentar, dan harapan untuk pengembangan bahan ajar Fisika Dasar konteks biologi berbasis *scientific creativity*. Beberapa saran, komentar, dan harapan tersebut secara umum dapat dirangkum sebagai berikut.

- a. Komentar dan saran pada aspek bahasa.
  - 1) Masih terdapat beberapa kesalahan dalam penulisan kalimat sehingga cukup mengganggu kenyamanan dalam membaca;
  - 2) Beberapa kalimat terlalu panjang sehingga berpotensi menimbulkan kejenuhan dan membuat pembaca lebih cepat lelah;
  - 3) Penulisan persamaan matematis tidak dilengkapi dengan keterangan lengkap, baik nama besaran maupun satuannya sehingga mahasiswa mengalami kesulitan memahami persamaan matematis;
  - 4) Gambar dan tabel belum semuanya dilengkapi dengan sitasi.
- b. Komentar dan saran pada aspek tampilan bahan ajar.
  - 1) Penyajian gambar masih kurang menarik karena warnanya tidak variatif atau monoton;
  - 2) Beberapa gambar tidak fokus pada bagian yang dibahas, misalnya pada gambar infus, sebaiknya bagian infus saja yang ditampilkan, bukan pasien dan perawatnya.
  - 3) Keterangan gambar tercetak kurang jelas sehingga sulit untuk dibaca;
  - 4) Penulisan persamaan matematis tidak diberi tanda atau warna khusus sehingga kurang mendapat perhatian lebih;
- c. Komentar dan saran pada aspek materi bahan ajar  
Konteks biologi yang disajikan sebaiknya tidak hanya berkaitan dengan manusia dan hewan, tetapi juga berkaitan dengan tumbuhan, misalnya proses penyerapan zat-zat makanan dalam tumbuhan atau transportasi air dari tanah hingga ke batang dan daun;

Berdasarkan data respon mahasiswa dan menindaklanjuti saran dan komentar di atas, peneliti melakukan beberapa perbaikan khususnya berkaitan dengan aspek bahasa dan tampilan bahan ajar. Hal ini penting mengingat komentar dan saran responden merupakan bentuk nyata respon mereka terhadap penggunaan bahan ajar Fisika Dasar konteks biologi berbasis *scientific creativity*.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Simpulan**

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi berbasis *scientific creativity* dikembangkan dengan menggunakan model ADDIE. Rincian tahapan pengembangan adalah sebagai berikut: a) *Analysis*, dilakukan identifikasi masalah tentang ketersediaan dan kelayakan bahan ajar Fisika Dasar untuk mahasiswa Biologi dan analisis kebutuhan penyusunan bahan ajar; b) *Design*, dilakukan penetapan tujuan, perancangan format dan sistematika, cakupan materi (keluasan dan kedalaman), aktivitas dalam bahan ajar, dan pemilihan sumber pustaka yang digunakan. Pada tahap ini ditentukan pula ahli materi sebagai validator draf bahan ajar; c) *Development*, dilakukan penyusunan draf bahan ajar dan validasinya; d) *Implementation*, berupa uji coba penggunaan draf bahan ajar dalam pembelajaran dan pengumpulan data respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar; dan e) *Evaluation*, berupa evaluasi dan perbaikan terhadap bahan ajar berdasarkan data respon mahasiswa dan validasi ahli materi.
2. Model bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi berbasis *scientific creativity* yang dikembangkan mengikuti sistematika sebagai berikut: a) Sampul Bahan Ajar; b) Prakata; c) Daftar Isi; d) Daftar Gambar; e) Daftar Tabel; f) Bab (Judul bab, Materi, Aktivitas *Scientific Creativity*, Uji Kompetensi); dan g) Daftar Pustaka.

3. Kualitas bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi berbasis *scientific creativity* yang dikembangkan termasuk baik. Hal ini ditunjukkan oleh hasil validasi kelayakan bahan ajar oleh dua ahli materi dengan skor rata-rata 3,46 dengan kriteria Sangat Layak (ahli materi I) dan 3,17 dengan kriteria Layak (ahli materi II). Jika ditinjau skor rata-rata pada setiap aspek penilaian, maka diperoleh skor rata-rata pada aspek kelayakan isi 3,39, pada aspek kelayakan penyajian 3,33, pada aspek kelayakan bahasa 3,17, dan pada aspek *scientific creativity* 3,38.
4. Respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi berbasis *scientific creativity* termasuk kategori baik. Hal ini ditunjukkan oleh skor rata-rata respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar mahasiswa sebesar 3,16 dengan skor rata-rata pada aspek tampilan bahan ajar 3,13, pada aspek materi bahan ajar 3,24, dan pada aspek bahasa 3,20.

## **B. Saran**

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan bahan ajar Fisika Dasar konteks biologi *berbasis scientific creativity*. Pengembangan yang dilakukan bersifat mendasar karena pengembangan dilakukan mulai dari awal, bukan dari bahan ajar yang sudah ada, dari identifikasi ketersediaan dan kelayakan bahan ajar hingga evaluasi penggunaan bahan ajar. Hal ini dilakukan mengingat belum ada bahan ajar cetak yang digunakan oleh dosen dan mahasiswa sebagai sumber belajar dalam pembelajaran matakuliah Fisika Dasar di program studi Biologi dan Pendidikan Biologi UIN Walisongo Semarang.

Seiring dengan tren penelitian pendidikan sains saat ini, yakni berorientasi pada penyiapan generasi yang mampu menghadapi tantangan perkembangan zaman, maka bahan ajar



ini sangat penting untuk membantu dosen dalam menyiapkan lulusan dengan keterampilan berpikir abad ke-21, yang meliputi, *a way of thinking* (kreativitas, inovasi, berpikir kritis, pemecahan masalah, pengambilan keputusan dan melakukan pembelajaran), *a way of working* (berkomunikasi, berkolaborasi dan bekerjasama secara tim), *skills for living in the world* (memiliki kesadaran sebagai warga negara global maupun lokal, mengembangkan hidup dan karir, serta memikul tanggung jawab pribadi dan sosial), dan *tools for working* (keterampilan yang didasarkan pada teknologi-teknologi informasi dan komunikasi baru serta literasi informasi, termasuk kemampuan untuk belajar dan bekerja melalui jaringan sosial digital).

Berdasarkan hasil penelitian di atas, maka dapat diajukan beberapa saran sebagai berikut:

1. Pengembangan bahan ajar Fisika Dasar tidak hanya terbatas untuk mahasiswa Biologi dan Pendidikan Biologi, tapi perlu diperluas untuk mahasiswa Kimia dan Pendidikan Kimia, sehingga akan dihasilkan bahan ajar Fisika Dasar konteks Kimia. Begitupula jika matakuliah ini kelak diajarkan pada program studi lainnya, seperti program studi rumpun bidang teknik.
2. Pengembangan kreativitas mahasiswa biologi akan sulit diwujudkan jika model pembelajaran dan bahan ajar yang diterapkan masih menggunakan pola yang lama, yakni berbasis kalkulus. Oleh karenanya, pengembangan bahan ajar perlu diarahkan pada pengembangan materi dan berbagai aktivitas yang mendorong kreativitas ilmiah mahasiswa. Materi dan aktivitas dalam bahan ajar dapat disusun bersama antara dosen fisika dan biologi secara bersama agar ruh biologi tidak lepas dari konsep-konsep fisika yang dipelajari.

3. Penelitian ini perlu didukung dengan penelitian lain berkaitan dengan model pembelajaran fisika berbasis *scientific creativity*. Semakin banyak model pembelajaran yang dikembangkan, maka akan semakin mendorong variasi aktivitas dalam bahan ajar.
4. Perlu dilakukan kajian secara menyeluruh terhadap kurikulum matakuliah Fisika Dasar di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk mendukung terciptanya pembelajaran interdisipliner guna mewujudkan visi UIN Walisongo Semarang sebagai universitas riset terdepan berbasis kesatuan ilmu untuk kemanusiaan dan peradaban.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alrubaie, F. & Daniel, E.G.S., “Developing A Creative Thinking Test for Iraqi Physics Students”, *International Journal of Mathematics and Physical Sciences Research*, Vol. 2, No. 1, 2014.
- Amabile, T.M., “The Social Psychology of Creativity: A Componential Conceptualization”, *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 45, 1983.
- Bahtiar E.F., “Penulisan Bahan Ajar”, [https://www.researchgate.net/publication/283042709\\_Penulisan\\_Bahan\\_Ajar](https://www.researchgate.net/publication/283042709_Penulisan_Bahan_Ajar), diakses pada tanggal 8 Agustus 2018.
- Boden, M.A., “Creativity and Artificial Intelligence”, *Artificial Intelligence*, Vol. 103, 1998.
- Brewe, E., Pelaez, N.J., & Cooke, T.J., “From Vision to Change: Educational Initiatives and Research at The Intersection of Physics and Biology”, *Special issue of CBE–Life Sciences Education*, Vol. 12, 2013.
- Collette, A.T. & Chiappetta, E.L., “Science Instruction in the Middle and Secondary Schools (3rd edition)”, (New York: Merrill, 1994).
- Committee on Undergraduate Biology Education to Prepare Research Scientists for the 21<sup>st</sup> Century, *Bio 2010: Transforming Undergraduate Education for Future Research Biologists*, Washington DC: The National Academies Press, 2013.
- Crouch, C.H. & Heller, K., “Introductory Physics in Biological Context: An Approach to Improve Introductory Physics for Life Science Students”, *American Journal of Physics*, Vol. 82, No. 5, 2014.
- Djamarah, B.S., *Strategi Belajar Mengajar*, Jakarta: PT. Rineka Cipta, 2010.

- Duke, K., "What's for Lunch? Real-life Projects Energize Learning", <https://www.sesp.northwestern.edu/news-center/inquiry/2004-spring/whats-for-lunch.html>, diakses pada tanggal 10 Oktober 2018 .
- Gaspar, D. & Mabic, M., "Creativity in Higher Education", *Universal Journal of Educational Research*, Vol. 3, No. 9, 2015.
- Hadzigeorgiou, Y., Fokialis, P., & Kabouropoulou, M., "Thinking about Creativity in Science Education", *Creative Education*, Vol. 3, No. 5, 2012.
- Handoko, L.T., "Fisika Teori+Bioscience= Biofisika Teori: Embrio Peradaban Baru Masa Depan?", <http://www.fisikanet.lipi.go.id/utama.cgi?cetakartikel&1135035874>, diakses pada tanggal 10 Oktober 2018.
- Higgins, L.F., "Applying Principles of Creativity Management to Marketing Research Efforts in High-technology Markets", *Industrial Marketing Management*, Vol. 28, 1999.
- Hu, W. & Adey, P., "A Scientific Creativity Test for Secondary School Students", *International Journal of Science Education*, Vol. 24, No. 4, 2002.
- Inprasitha, M., "Open-Ended Approach And Teacher Education", *Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics*, Vol. 25, 2006.
- Jackson, N., "Creativity in Higher Education: What's The Problem? *The Magazine of the Staff and Educational Development Association Ltd (SEDA)*, Vol. 7, No. 1, 2006.
- Kind, P. & Kind, V., "Creativity in Science Education: Perspectives and Challenges for Developing School Science", *Studies in Science Education*, Vol. 43, 2007.
- Kocaba, S., *Elements of Scientific Creativity*, AAAI Technical Report SS-93-01, 1993.

- Kurniawati M.W., Anitah S., & Suharno, “Developing Learning Science Teaching Materials Based on Scientific to Improve Students Learning Outcomes in Elementary School”, *European Journal of Education Studies*, Vol. 3, No. 4, 2017.
- Liang, J., “Exploring Scientific Creativity of Eleventh Grade Students in Taiwan”, *Doctoral Dissertation*, tidak diterbitkan, Texas: The University of Texas at Austin, 2002.
- Meador, K.S., “Thinking Creatively about Science Suggestions for Primary Teachers”, *Gifted Child Today*, Vol. 26, No. 1, 2003.
- Meredith, D.C. & Bolker, J.A., “Rounding off The Cow: Challenges and Successes in an Interdisciplinary Physics Course for Life Science Students”, *American Journal of Physics*, Vol. 80, 2012.
- Mochrie, S.G.J., “Vision and Change in Introductory Physics for The Life Sciences”, *American Journal of Physics*, Vol. 84, No. 7, 2016.
- Moravcsik, M. J., “Creativity in Science Education”, *Science Education*, Vol. 65, No. 2, 1981.
- Mukhopadhyay, R. & Sen, M. K., “Scientific creativity – A New Emerging Field of Research: Some Considerations”, *International Journal of Education and Psychological Research*, Vol. 2, No. 1, 2013.
- Mukhopadhyay, R., “Measurement of Creativity in Physics - A Brief Review on Related Tools”, *Journal of Humanities and Social Science*, Vol. 6, No. 5, 2013.
- Munandar, *Pengembangan Kreativitas Anak Berbakat*, Jakarta: PT Rineka Cipta, 2004.
- Naisbitt, J. and Aburdene, P., *Megatrends 2000: Ten New Directions for the 1990's*, New York: Morrow, 1990.

- Nasri, N.M., Yusof, Z.M., Ramasamy, S., & Hallim, L., "Uncovering Problems Faced by Science Teacher", *Procedia Social and Behavioral Sciences*, Vol. 9, 2010.
- Newell, A. & Shaw, J.C.. "The Process of Creative Thinking" dalam Newell, A. & Simon, H.A. (eds), *Human Problem Solving*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1972.
- Newman, J., *Physics of the Life Sciences*, New York: Springer, 2008.
- Opera J. & Oguzor N.S., "Instructional Technologies and School Curriculum in Nigeria: Innovations and Challenges", *Perspectives of Innovations, Economics & Business*, Vol. 7, No. 1, 2011.
- Park J., "Development and Application of Learning Materials for Scientific Creativity and Analysis of Students' Responses about It", *makalah* dipresentasikan dalam the XIV IOSTE Symposium dengan tema "Socio-cultural and Human Values in Science and Technology Education", Bled, Slovenia, Juni 2010.
- Rhodes, M., "An Analysis of Creativity", *The Phi Delta Kappan*, Vol. 42, No. 7, 1961.
- Riduwan, "Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian", Bandung: Alfabeta, 2003.
- Sudrajat, A., "Pengembangan Bahan Ajar Materi Pembelajaran Mapel Pendidikan Agama Islam", makalah dipresentasikan dalam Workshop Bimbingan Teknis Penguatan KTSP SMP Bagi Tim Pengembang Kurikulum/Verfikator Propinsi, Hotel Graha Dinar, Cisarua Bogor, 17 Maret 2008.
- Sungkono, *Pengembangan dan Pemanfaatan Bahan Ajar Modul dalam Proses Pembelajaran*, Jakarta: Majalah Ilmiah Pembelajaran, 2009.
- Supriadi, D., *Kreativitas, Kebudayaan dan Perkembangan Iptek*, Bandung: Alfabeta, 1994.

- Svoboda, J., Sawtelle, V., Geller, B. D., & Turpen, C., “A Framework for Analyzing Interdisciplinary Tasks: Implications for Student Learning and Curricular Design”, *Cell Biology Education Life Sciences Education*, Vol. 12, 2013.
- Thaninayagam, V., “Science Creativity in Higher Education”, Namakkal district, *Indian Journal of Applied Research*, Vol. 4, No. 11, 2014.
- Tim Penyusun, “Panduan Penyusunan Capaian Pembelajaran Lulusan Program Studi”, Jakarta: Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, 2014.
- Torrance, E.P., “Future Careers for Gifted and Talented Students Gifted Child”, *Quarterly*, Vol. 20, 1976.
- Undang-Undang RI Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi.
- Watkins, J., Coffey, J.E., Redish, E.F. & Cooke, T.J., “Disciplinary Authenticity: Enriching The Reforms of Introductory Physics Courses for Life-science Students”, *Physics Education Research*, Vol. 8, No. 1, 2012.
- Young, H.D. *et al.*, *Fisika Universitas Edisi 10*, Jakarta: Erlangga, 2002.

## **LAMPIRAN-LAMPIRAN**



## Lampiran 1

### KISI-KISI INSTRUMEN PENILAIAN KELAYAKAN BAHAN AJAR

<b>Kriteria</b>	<b>Indikator Penilaian</b>	<b>Butir Penilaian</b>		<b>Deskripsi</b>
Aspek Kelayakan Isi	Kesesuaian materi dengan Capaian Pembelajaran Matakuliah	1	Kelengkapan materi	Materi lengkap dan berorientasi pada Capaian Pembelajaran Matakuliah
		2	Keluasan dan kedalaman materi	Materi menunjukkan keterkaitan fisika dengan biologi dan disajikan secara rinci
	Keakuratan materi	3	Keakuratan konsep dan definisi	Konsep dan definisi benar sesuai dengan yang berlaku dalam ilmu fisika dan tidak multitafsir
		4	Keakuratan fakta dan data	Fakta dan data sesuai kenyataan disertai sumber yang valid dan akuntabel
		5	Keakuratan gambar, diagram dan ilustrasi	Gambar, diagram, dan ilustrasi jelas disertai sumber yang valid dan akuntabel
		6	Kebenaran dan kejelasan notasi	Notasi dan simbol benar sesuai dengan standar penulisan ilmiah dan terbaca jelas

			dan simbol		
		7	Relevansi dan kredibilitas acuan pustaka	Pustaka relevan dengan materi dan kredibel	
		Kemutakhiran materi	8	Kemutakhiran fakta dan data	Fakta dan data mutakhir
			9	Kemutakhiran contoh dan kasus	Contoh dan kasus mutakhir
Aspek Kelayakan Penyajian	Teknik Penyajian	10	Konsistensi sistematika	Sistematika penyajian dalam setiap bab selalu konsistesen	
		11	Keruntutan konsep	Konsep disajikan dari mudah ke sukar, dari sederhana ke kompleks, dan dari konkret ke abstrak.	
	Pendukung Penyajian	12	Kemenarikan pengantar bab	Pengantar bab menarik dan mendorong rasa ingin tahu	
		13	Keakuratan contoh dan kasus	Contoh dan kasus relevan dengan materi dan kontekstual	
		14	Efektivitas uji kompetensi	Uji kompetensi dapat mengukur kreativitas ilmiah mahasiswa dan dalam konteks biologi	
		15	Keruntutan	Daftar Pustaka ditulis runtut dan sesuai	

			daftar pustaka	dengan aturan
	Penyajian Pembelajaran	16	Keterlibatan mahasiswa	Aktivitas dalam bahan ajar mendorong keterlibatan aktif mahasiswa secara individu dan kelompok
	Koherensi dan Keruntutan Alur Pikir	17	Keterkaitan antarsubbab dan antarlinaea	Materi antarsubbab dan antarlinaea dalam satu subbab yang berdekatan saling terkait dan disajikan secara runtut
		18	Keutuhan makna dalam bab/subbab/ alinea	Materi yang disajikan dalam satu bab/subbab/alinea mencerminkan makna yang utuh
Aspek Kelayakan Kebahasaan	Kesesuaian dengan Kaidah Bahasa	19	Ketepatan struktur kalimat	Kalimat yang digunakan mewakili isi pesan atau informasi yang ingin disampaikan dengan mengikuti tata kalimat Bahasa Indonesia.
		20	Keefektifan kalimat	Kalimat yang digunakan sederhana dan langsung ke sasaran.
		21	Kebakuan istilah	Istilah yang digunakan sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia dan/atau istilah teknis yang telah baku digunakan dalam Fisika.
	Komunikatif	22	Pemahaman terhadap pesan	Pesan atau informasi disampaikan dengan bahasa yang menarik dan mudah dipahami

			atau informasi	
	Dialogis dan Interaktif	23	Kemampuan memotivasi	Bahasa yang digunakan membangkitkan rasa senang dan mendorong untuk mempelajarinya hingga tuntas
		24	Dorongan untuk berpikir kritis	Bahasa yang digunakan merangsang mahasiswa untuk mempertanyakan suatu hal lebih jauh dan mencari jawabannya secara mandiri dari sumber informasi lain
Aspek Scientific Creativity (Kreativitas Ilmiah)	Fluency (kelancaran)	25	Kelancaran ide/gagasan, jawaban, atau pertanyaan ilmiah	Materi/aktivitas <i>scientific creativity</i> melatih kemampuan mahasiswa menyampaikan sebanyak-banyaknya ide/gagasan, jawaban, atau pertanyaan ilmiah secara cepat
	Flexibility (keluwesan)	26	Keluwesannya ide/gagasan, jawaban, atau pertanyaan ilmiah	Materi/aktivitas <i>scientific creativity</i> melatih kemampuan memproduksi ide/gagasan, jawaban, atau pertanyaan ilmiah yang bervariasi dengan cara yang berbeda
	Originality (keaslian)	27	Keaslian ide/gagasan, jawaban, atau pertanyaan ilmiah	Materi/aktivitas <i>scientific creativity</i> melatih kemampuan menghasilkan ide/gagasan, jawaban, atau pertanyaan ilmiah dengan cara-cara asli

	Elaboration (penguraian)	28	Penguraian ide atau gagasan ilmiah	Materi/aktivitas <i>scientific creativity</i> melatih kemampuan mengembangkan dan memperinci detail-detail suatu ide/gagasan, jawaban, atau pertanyaan ilmiah sehingga lebih baik dan menarik
--	-----------------------------	----	--	---

**KISI-KISI INSTRUMEN ANGKET  
RESPON MAHASISWA TERHADAP PENGGUNAAN BAHAN AJAR**

<b>Kriteria</b>	<b>Indikator Penilaian</b>	<b>Butir Penilaian</b>	
Tampilan Bahan Ajar	Kemenarikan sampul	1	Ilustrasi sampul menarik
	Variasi teks, gambar, diagram, dan ilustrasi	2	Gambar, diagram, dan ilustrasi bervariasi
		3	Variasi teks proporsional dan enak dibaca
	Kombinasi gambar, teks, dan warna	4	Kombinasi gambar, teks, dan warna proporsional
		5	Kombinasi gambar, teks, dan warna membantu pemahaman terhadap materi bahan ajar
Materi Bahan Ajar	Kemenarikan, kejelasan, kelengkapan, dan urutan penyajian	6	Materi bahan ajar menarik
		7	Materi bahan ajar jelas dan lengkap
		8	Urutan materi dan penyajiannya logis dan sistematis
	Mendukung pemahaman konsep	9	Materi bahan ajar memudahkan dalam memahami konsep Fisika
		10	Materi bahan ajar membantu dalam memahami Biologi dengan perspektif Fisika

	Aktivitas mendorong kreativitas ilmiah	11	Bagian Aktivitas <i>Scientific Creativity</i> mendorong untuk menemukan beragam jawaban secara cepat
		12	Bagian Aktivitas <i>Scientific Creativity</i> mendorong untuk membuat berbagai jenis solusi terhadap permasalahan dari berbagai sudut pandang
		13	Bagian Aktivitas <i>Scientific Creativity</i> mendorong untuk membuat ide baru dari sudut pandang yang belum pernah dipikirkan orang lain
		14	Bagian Aktivitas <i>Scientific Creativity</i> mendorong untuk menganalisis ide secara detail
	Mendorong aktivitas lanjutan	15	Penyajian materi bahan ajar mendorong saya untuk berdiskusi dan mencari informasi lainnya
		16	Bahan ajar memuat uji kompetensi yang dapat mengukur pemahaman tingkat tinggi
Bahasa	Kemudahan kalimat untuk dipahami	17	Kalimat mudah dipahami
		18	Istilah, notasi, dan simbol jelas dan mudah dipahami

# PENGEMBANGAN BAHAN AJAR FISIKA DASAR KONTEKS BIOLOGI BERBASIS SCIENTIFIC CREATIVITY

Pembelajaran Fisika Dasar di Program Studi Biologi dan Pendidikan Biologi UIN Walisongo belum menggunakan bahan ajar yang mengakomodasi kebutuhan mahasiswa terhadap konteks Biologi sehingga mahasiswa skeptis terhadap relevansi matakuliah ini dengan biologi. Guna mengatasi hal tersebut, telah dilakukan pengembangan bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi berbasis *scientific creativity* melalui pendekatan *Research and Development*.

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui proses pengembangan bahan ajar, menemukan model bahan ajar dan menguji kualitasnya, dan mengetahui respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar. Data penelitian diperoleh dari mahasiswa dan validator ahli menggunakan wawancara dan angket.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan ajar Fisika Dasar konteks Biologi berbasis *scientific creativity* memiliki kualitas baik dan respon mahasiswa terhadap penggunaan bahan ajar juga termasuk dalam kategori baik

