



# **HOTS** & **LITERASI SAINS**

Konsep, Pembelajaran dan Penilaiannya



Wasis  
Yuni Sri Rahayu  
Titin Sunarti  
Sifak Indana

# & HoTs

## LITERASI SAINS

Konsep, Pembelajaran, dan Penilaiannya

Penulis :  
Wasis  
Yuni Sri Rahayu  
Titin Sunarti  
Sifak Indana



# **HOTS dan Literasi Sains**

Konsep, Pembelajaran, dan Penilaiannya

**Penulis:**

Wasis, Yuni Sri Rahayu, Titin Sunarti, Sifak Indana

**ISBN:**

978-623-267-143-0

**Layout:**

Tim Kun Fayakun

**Penyunting:**

Tim Kun Fayakun

**Desain sampul dan tata letak:**

Tim Kun Fayakun

**Penerbit:**

Kun Fayakun

ANGGOTA IKAPI

No: 202/JTI/2018

**Redaksi:**

Kun Fayakun Corp

Genjong Kidul Sidowarek

Ngoro Jombang

Jawa Timur

61473

Hp. 085 607 558 802

Email: [penulis.kunfayakun@gmail.com](mailto:penulis.kunfayakun@gmail.com)

Web: [kunfayakunbooks.blogspot.com](http://kunfayakunbooks.blogspot.com)

**Cetakan Pertama, Mei 2020**

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin tertulis dari penerbit.

*Isi di luar tanggung jawab penerbit dan percetakan*

## Kata Pengantar

Syukur alhamdulillah kami panjatkan kehadirat Allah Ta'ala atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan penulisan buku kecil berjudul *HoTs dan Literasi Sains: Konsep, Pembelajaran, dan Penilaiannya*. Ide penulisan buku ini sudah sejak tahun 2010, ketika penulis melakukan penelitian terkait keterampilan berpikir tingkat tinggi (*HoTs: higher order thinking skills*) dan Literasi Sains. Karena berbagai kesibukan lain, draf buku tidak segera mampu diselesaikan. Hasil dari penelitian kemudian diimplementasikan dalam kegiatan pengabdian masyarakat dalam bentuk workshop dengan guru-guru pengampu mata pelajaran IPA, mulai jenjang pendidikan dasar dan menengah.

Pada awalnya buku ini hanya mengupas tentang penilaian, tetapi dalam perkembangannya, sesuai tuntutan di lapangan tidak mungkin dilepaskan dari pembelajarannya. Karena itu di dalam buku ini diuraikan salah satu pendekatan pembelajaran yang memiliki karakteristik erat dengan karakteristik HoTs dan literasi sains, yaitu pendekatan pembelajaran kontekstual (*CTL: contextual teaching and learning*). Pembelajaran kontekstual adalah pendekatan pembelajaran yang selalu berupaya mengaitkan materi yang dipelajari peserta didik di kelas dengan kehidupan nyata atau fenomena sehari-hari yang ditemuinya. Pendekatan pembelajaran ini sangat sesuai untuk menumbuhkembangkan keterampilan berpikir tinggi dan literasi sains, karena ketiganya memang sama-sama memerlukan konteks kehidupan nyata. Penulis bersama tim sudah sejak tahun 2000-an terlibat dalam pengembangan pendekatan pembelajaran kontekstual, yang saat itu diinisiasi oleh Direktorat Pembinaan SMP Kementerian Pendidikan Nasional.

Di tengah-tengah pandemi Covid-19, pada catur wulan pertama tahun 2020, ketika tidak bisa banyak beraktivitas di luar rumah, ternyata ada berkah waktu untuk menyelesaikan pekerjaan yang tertunda. Di sela-sela *work from home*, menyelesaikan tugas kantor dan mengajar secara daring (*online*), alhamdulillah kami dapat menuntaskan buku kecil, yang tidak selesai-selesai ini.

Buku ini terbagi menjadi enam bab, dengan empat bab utama berisi bahasan konseptual tentang *hots*, literasi sains, pembelajaran kontekstual, serta bagaimana mengembangkan



pembelajaran dan penilaian *hots* dan literasi sains. Di bagian lampiran kami sertakan contoh perangkat pembelajaran untuk pendidikan dasar dan menengah yang dirancang untuk memberikan ruang seluas-luasnya bagi peserta didik dalam mengembangkan berpikir tingkat tinggi dan literasi sains.

Penyelesaian penulisan buku kecil ini didukung oleh banyak pihak, karena itu dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

- a. Kemenristekdikti yang telah memberikan banyak dukungan selama kegiatan penelitian ;
- b. Universitas Negeri Surabaya atas semua kemudahan yang diberikan selama melakukan kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat;
- c. Direktorat Pembinaan SMP, Pusat Penilaian Pendidikan, dan berbagai institusi pendidikan lain atas kerjasamanya, utamanya berkaitan dengan pengembangan pembelajaran kontekstual, *hots*, dan literasi sains.
- d. Teman sejawat dosen dan guru-guru atas kerjasamanya selama ini, khususnya dalam melakukan penelitian, pengabdian, kegiatan pengembangan, pelatihan, dan pendampingan pembelajaran kontekstual, *hots*, dan literasi sains.

Semoga buku kecil ini memberi manfaat bagi insan pendidikan dan masyarakat luas, serta menjadi bahan diskusi lebih lanjut, khususnya dalam pengembangan pembelajaran yang menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan literasi sains, beserta penilaiannya.

Surabaya, April 2020

*Penulis*

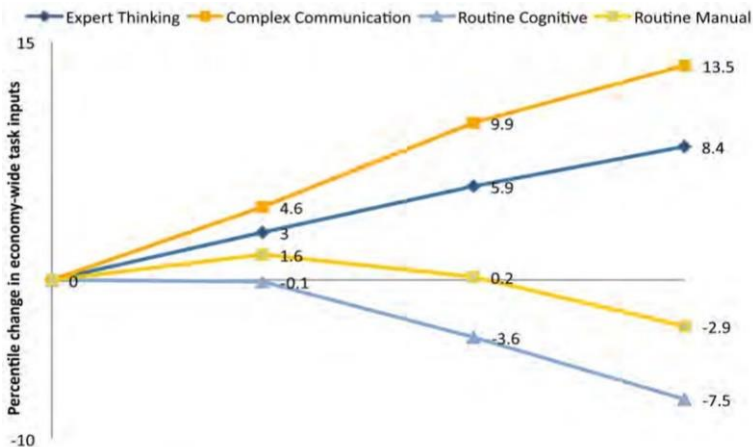
## DAFTAR ISI

Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iv
<b>BAB 1</b> PENDAHULUAN	1
<b>BAB 2</b> BERPIKIR TINGKAT TINGGI	
Apakah yang dimaksud berpikir?	11
Makna berpikir dalam pembelajaran konstruktivis	11
Level berpikir menurut Bloom	13
Berpikir tingkat tinggi	17
<b>BAB 3</b> LITERASI SAINS	
Apakah literasi sains itu?	24
Aspek literasi sains	25
<b>BAB 4</b> PEMBELAJARAN KONTEKSTUAL	
Apakah pembelajaran kontekstual itu?	31
Mengapa pembelajaran kontekstual penting?	32
Karakteristik pembelajaran kontekstual	33
Bagaimana mengembangkan pembelajaran kontekstual?	38
Implementasi pembelajaran kontekstual	39
<b>BAB 5</b> MEANINGFUL ASSESSMENT	
Bagaimana penilaian menjadi bermakna?	47
Poin penting dalam <i>meaningful assessment</i>	
• Otentik-kontekstual	51
• <i>HoTs</i>	55
• Literasi Sains	57
• Divergen: <i>multirespons</i> dan <i>polytomous scoring</i>	59
• Penilaian proyek	62
<b>BAB 6</b> BAGAIMANA MERANCANG PEMBELAJARAN DAN PENILAIAN HOTS & LITERASI SAINS	
1. Mengidentifikasi kompetensi	64
2. Merumuskan tujuan pembelajaran dan indikator pencapaian kompetensi	66
3. Mengidentifikasi fenomena kehidupan nyata sebagai konteks pembelajaran dan penilaian	68
4. Mengembangkan perangkat pembelajaran	69
<b>BAB 7</b> PENUTUP	71
Daftar Pustaka	73
Lampiran: Contoh perangkat pembelajaran	78

# BAB 1

## PENDAHULUAN

Zohar & Dori (2003) menyatakan bahwa mengarahkan perkembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik merupakan tujuan penting dalam dunia pendidikan dewasa ini. Dalam kaitannya dengan penyiapan sumber daya manusia, keterampilan berpikir tingkat tinggilah yang mampu membuat seseorang eksis menghadapi tantangan jaman. Di era digital seperti sekarang ini, kemampuan yang bersifat *routine cognitive* dan *routine manual* semakin tidak diperlukan; keterampilan berpikir (*expert thinking*) dan keterampilan komunikasi kompleks (*complex communication*) yang semakin dibutuhkan, karena diharapkan mampu menyelesaikan berbagai masalah, sebagaimana ditunjukkan Gambar 1 (Murnane, 2008; Levy, 2010).



Gambar 1. Tren kebutuhan tenaga kerja (Murnane, 2008)

Ketika teknologi, informasi, dan komunikasi berkembang sangat pesat, sehingga tatanan dan tuntutan kehidupan berubah pesat, belum tentu semua masyarakat mampu mengikutinya. Berdasarkan grafik pada Gambar 1 kita dapat memprediksi bahwa masyarakat yang bertahan pada rutinitas dan kemapanan tanpa melakukan inovasi-inovasi sesuai perkembangan zaman akan tertinggal. Masyarakat harus terus menerus mengembangkan keterampilan berpikir dan berinovasi agar mampu mengendalikan perubahan. Untuk tujuan tersebut, keterampilan berpikir tingkat tinggi sangat diperlukan.

Menurut Wheeler & Haertel dalam Forster (2004), keterampilan berpikir tingkat tinggi mencakup dua hal, pertama: proses mental tinggi misalnya menganalisis, mengevaluasi, melakukan inferensi, dan mengambil keputusan; kedua: konteks pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Berdasarkan dua pendapat di atas, kegiatan pembelajaran harus dirancang sedemikian rupa sehingga mampu memberi ruang yang cukup bagi peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi serta memberi kesempatan untuk mengimplementasikannya dalam pemecahan masalah kehidupan nyata.

Pendekatan pembelajaran yang senantiasa berusaha mengaitkan materi pembelajaran dengan situasi dunia nyata dikenal dengan nama pembelajaran kontekstual (*contextual teaching and learning*) (Johnson, 2002). Pembelajaran kontekstual mengubah pandangan dan perilaku yang menempatkan pembelajaran sebagai *content transmission process*. Pembelajaran kontekstual bersifat *student centered*, menggeser fokus pembelajaran dari “guru dan apa yang akan diajarkan” ke arah “peserta didik dan apa yang akan dilakukan”. Pembelajaran kontekstual menciptakan *meaningful connections* dengan kehidupan nyata.

Pembelajaran kontekstual yang dilakukan secara

sistematis dan terus menerus akan membentuk *scientific literacy* (literasi ilmiah) pada peserta didik, yaitu kemampuan peserta didik memahami ilmu pengetahuan dan menerapkannya dalam kehidupan bermasyarakat (Paul DeHart Hurd dalam Laugksch, 2000). OECD (*Organisation for Economic Cooperation and Development*), organisasi yang secara periodik melakukan studi internasional tentang literasi, menyatakan bahwa literasi sains lebih dari sekedar memahami pengetahuan sains. OECD (2018) mendefinisikan literasi sains merupakan kompetensi yang dimiliki peserta didik sehingga mampu menjelaskan fenomena alam secara ilmiah, merancang dan mengevaluasi kegiatan penyelidikan ilmiah, dan menginterpretasi data dan bukti ilmiah untuk membuat keputusan dan menyelesaikan masalah.

Peserta didik dengan pengetahuan sains tinggi tidak menjamin literasi sainsnya juga tinggi, tetapi peserta didik yang literasi sainsnya bagus akan berperilaku ilmiah dalam kehidupan sehari-hari, misalnya: tidak mudah percaya informasi jika belum ada data atau bukti yang akurat, tidak membuang sampah sembarangan apalagi sampah plastik, tidak akan berkendara dengan kecepatan tinggi saat di tikungan/belokan apalagi saat musim hujan, respek untuk mematikan lampu atau air ketika sudah tidak diperlukan, dan melakukan hal-hal lain yang memberikan manfaat nyata dalam kehidupan dengan menggunakan pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki.

### **Potret pembelajaran IPA di Indonesia dan penilaiannya**

Tidak mudah menghasilkan potret yang baik. Potret yang apa adanya sering tidak dikehendaki oleh yang dipotret, pemotret, atau pun yang melihat potret, apalagi jika mereka memang tidak berniat untuk memperoleh gambaran yang sesungguhnya. Secara global tetapi sederhana, tulisan di

bawah ini berusaha memotret proses dan hasil pembelajaran kita, khususnya pembelajaran IPA.

Menurut Sumarna (2004) kebanyakan peserta didik kita mengalami kesulitan dalam mengaplikasikan pengetahuan dalam kehidupan nyata (*real world*). Zamroni (2000) mensinyalir hal di atas disebabkan adanya kecenderungan pembelajaran di kelas yang tidak berusaha mengaitkan konten pelajaran dengan kehidupan sehari-hari. Pernyataan senada disampaikan Semiawan (2000) bahwa pembelajaran kita lebih banyak memaparkan fakta, pengetahuan, dan hukum, kemudian biasa dihafalkan, bukan mengaitkannya dengan pengalaman empiris dalam kehidupan nyata. Pembelajaran yang demikian tidak akan mampu memfasilitasi perkembangan berpikir peserta didik secara optimal dalam kerangka pemecahan masalah. Pada hal di era pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta transformasi nilai dan budaya seperti sekarang ini yang sangat perlu dikembangkan adalah keterampilan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking skills*) sehingga peserta didik mampu beradaptasi dan terus belajar secara mandiri menyelesaikan semua permasalahan yang dihadapi.

Terkait penilaian, sejatinya sudah sejak lama penilaian dalam sistem pendidikan kita dinilai belum optimal dan memerlukan perhatian bersama. Joni (2000) menyatakan perlunya menggeser proses penilaian yang artifisial ke arah proses penilaian yang lebih otentik, dengan karakteristik tugas-tugas riil yang akan dihadapi dalam kehidupan nyata (*real-life task*). Rachman (2003) menyatakan ukuran keberhasilan pendidikan yang selama ini selalu ditekankan pada ranah kognitif dan dominan pada aspek kuantitatif (angka-angka), harus bertransformasi ke arah proses, sehingga tidak hanya *transfer knowledge*, tetapi juga *transfer value and skills*. Muchlas (2011) menyatakan ukuran keberhasilan pendidikan mestinya bukan sekedar *output*, misalnya berapa

nilainya saat lulus, tetapi justru harus dilihat dari *outcome*, yaitu apakah setelah lulus dan terjun ke masyarakat, mereka sukses menapaki kehidupan, dengan kecakapan hidup (*life skills*) yang dimilikinya.

Terdapat tiga penilaian skala besar yang diikuti peserta didik Indonesia dan menjadi bagian dari potret capaian pembelajaran IPA, yaitu ujian nasional, PISA, dan TIMSS. Salah satu fungsi UN adalah sebagai alat ukur universal untuk mengetahui capaian belajar peserta didik dari seluruh wilayah Indonesia. Sisi positifnya: ada pengakuan yang *comparable* secara nasional terhadap peserta didik dari wilayah mana pun di Indonesia, dapat disusun pemetaan sekolah atau daerah berdasarkan parameter yang sama, dan dapat menjadi dasar perumusan pola pembinaan dan penghargaan yang tepat. Namun banyak disalahpahami dan disalahfungsikan sehingga muncul dampak negatif, antara lain: UN dijadikan barometer utama keberhasilan pendidikan, bahkan menjadi salah satu janji politis; kegiatan pembelajaran lebih berorientasi untuk memperoleh nilai UN tinggi bukan membentuk kompetensi; dan akhirnya memicu terjadinya berbagai kecurangan, bahkan ada yang terbukti merupakan konspirasi antara peserta didik, guru, sekolah, dan masyarakat. (Puspendik, 2010 & 2013; Wasis, 2011a; Kompasiana, 2013). Sungguh sangat ironis!

Sebagai alat ukur universal, UN sebenarnya merupakan ukuran minimal. Dapat dianalogikan, UN itu hanyalah termometer untuk mendeteksi suhu tubuh peserta didik setelah menempuh pendidikan di jenjang tertentu. Seluruh peserta didik di segala penjuru Indonesia mestinya tidak perlu panas badan ketika menghadapi ujian nasional, karena ujian nasional merupakan kegiatan pengukuran ketercapaian kompetensi minimal sesuai kurikulum yang berlaku. Ketika suhu badan peserta didik panas saat menghadapi UN, berarti ada penyakit yang mempengaruhi kondisi peserta didik. Dan jika guru ingin menyembuhkan

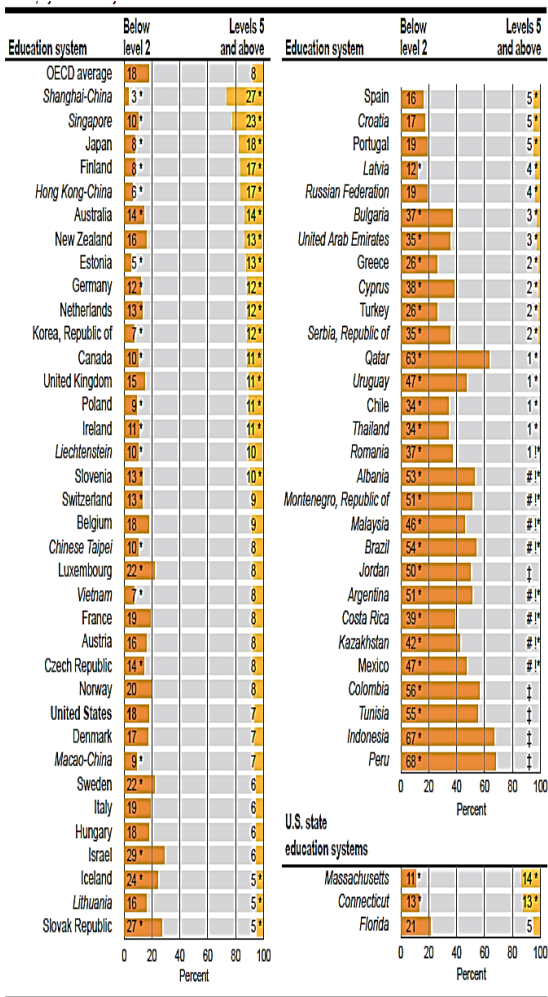


penyakit yang menyebabkannya, guru tidak dapat mengandalkan hasil UN untuk dasar pengobatannya. Justru guru di kelas harus melakukan pembelajaran yang konstruktivis, memberi pengalaman peserta didik secara utuh dalam membangun pengetahuan mereka sendiri, dan menerapkan berbagai penilaian alternatif yang lebih cermat, lengkap, dan otentik agar penyembuhannya efektif.

PISA (*Programe for International Student Assessment*) merupakan studi internasional yang dikoordinasikan oleh negara-negara OECD (*Organisation for Economic Cooperation and Development*), dilaksanakan periodik 3 tahunan dengan peserta siswa berusia 15 tahun (OECD, 2000). PISA mengukur literasi matematika, literasi sains, dan literasi bahasa. PISA 2015 juga mengukur literasi finansial. TIMSS (*The Third International Mathematics and Science Study*) berbeda dari PISA, memiliki *assessment framework* pada tiga proses berpikir, yaitu pengetahuan (*knowing*), penerapan (*applying*), dan penalaran (*reasoning*), dan mengaitkan studinya dengan kurikulum yang berlaku di masing-masing negara peserta.

Rerata skor siswa Indonesia pada studi PISA mulai tahun 2000 hingga tahun 2018, berada pada rentang 382 hingga 403. Gambar 1 menunjukkan capaian PISA siswa Indonesia tahun 2012. Berdasarkan data pada Gambar 1, lebih dari 60% siswa Indonesia literasi sainsnya berada di bawah level 2. Berarti secara umum siswa Indonesia baru dapat menjawab pertanyaan atau permasalahan-permasalahan yang sudah familier dengan informasi pendukung sudah tersedia; mampu mengidentifikasi informasi tetapi untuk menggunakannya secara prosedural memerlukan arahan yang eksplisit; serta baru mampu melakukan suatu tindakan jika diberikan stimulus yang jelas.

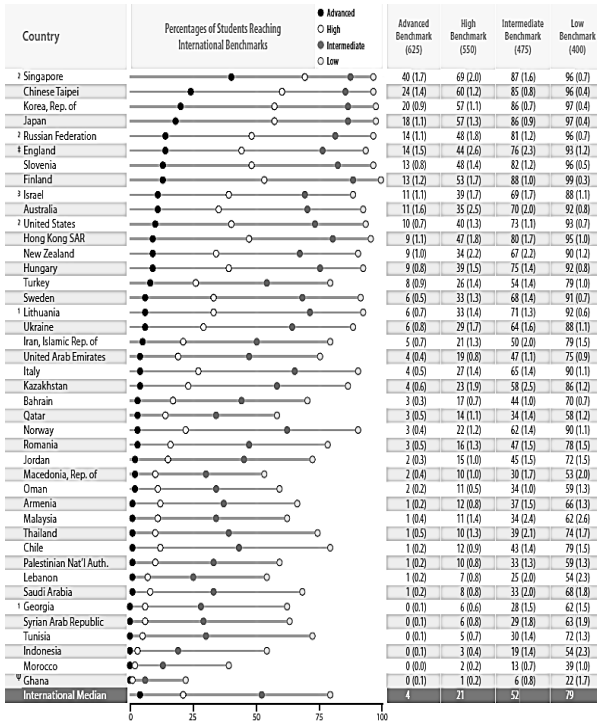
OECD average	501
Shanghai-China	580
Singapore	551
Hong Kong-China	555
Chinese Taipei	523
Korea	538
Macao-China	521
Japan	547
Liechtenstein	525
Switzerland	515
Netherlands	522
Estonia	541



Gambar 1. Capaian siswa Indonesia pada studi PISA 2012 (OECD, 2014)

Hasil studi TIMSS tidak jauh berbeda dengan hasil studi PISA, sebagaimana ditunjukkan Gambar 2.

Country	Average Scale Score
Singapore	590
Chinese Taipei	564
Korea, Rep. of	560
Japan	558
Finland	552
Slovenia	543
Russian Federation	542
Hong Kong SAR	535
England	533
United States	525
Hungary	522



Gambar 2. Capaian sains siswa Indonesia pada studi TIMSS tahun 2011 (Mullis dkk, 2012)

Berdasarkan Gambar 2, hanya 3% siswa Indonesia yang menjadi responden studi TIMSS mencapai *high level*, 0% mencapai *advanced level* (bandingkan: siswa Singapura 69% mencapai *high level*, 40% mencapai *advanced level*); 54% siswa Indonesia mencapai kemampuan sains rendah (*low level*). Dengan capaian tersebut, rata-rata siswa Indonesia hanya mampu mengenali sejumlah fakta dasar tetapi belum mampu mengomunikasikan dan mengaitkan berbagai topik sains, apalagi menerapkan konsep-konsep yang kompleks dan abstrak untuk memecahkan masalah kehidupan nyata.

Pemecahan masalah dalam pembelajaran IPA sering disimplifikasi menjadi sekedar menjawab soal. Hal ini merugikan pembelajaran IPA itu sendiri, karena: a) pelajaran IPA menjadi membosankan, tidak menarik, bisa jadi malah menakutkan; b) belajar IPA menjadi tidak bermakna. Tujuan utama siswa belajar adalah agar mampu memecahkan permasalahan yang dihadapinya. Ketika proses dan hasil belajar hanya dikaitkan dengan kemampuan menjawab soal, menurut Gerace & Beatty (2005) akan cenderung *artifisial*, karena tidak mengukur kemampuan yang sesungguhnya; *dangkal* karena bersifat penyederhanaan-penyederhanaan; dan *tidak bermakna* karena tidak nyambung dengan kebutuhan siswa dalam menghadapi masalah kehidupan sehari-hari. Agar bermakna, Johnson (2002) dan Ince (2018) menegaskan pembelajaran IPA dan penilaiannya harus dirancang kontekstual, yakni dengan mengaitkan apa yang dipelajari di ruang kelas dengan fenomena nyata dalam kehidupan sehari-hari.

Sinyalemen para pakar pendidikan dan fakta studi internasional di atas perlu dijadikan bahan refleksi untuk melakukan perbaikan dalam sistem pendidikan kita, terutama pada proses pembelajaran dan penilaiannya. Pendekatan pembelajaran kontekstual yang selalu berupaya mengaitkan sesuatu yang dipelajari di kelas dengan situasi kehidupan nyata, sehingga siswa merasakan kebermanfaatannya harus menjadi penekanan pembelajaran pada semua jalur, jenis, dan jenjang pendidikan. Pendekatan pembelajaran tersebut dapat menggunakan berbagai model pembelajaran yang mengaktifkan peserta didik, memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir tinggi dan literasi sains, misalnya pembelajaran inkuiri, pembelajaran berbasis masalah, pembelajaran berbasis projek, dan berbagai model pembelajaran lain yang melatih peserta didik berpikir logis, kritis, kreatif, dan *problem solving*.

Selanjutnya perlu dirancang sistem penilaian yang tidak hanya mengukur hasil belajar (*assessment of learning*), tetapi lebih menstimulasi dan mendorong atau men-*drive* peserta didik belajar lebih baik (*assessment for learning*), bahkan peserta didik perlu dilatih belajar menjadi penilai yang baik bagi dirinya sendiri (*assessment as learning*). Dan perlu ditekankan bahwa ketiga pendekatan penilaian tersebut harus dirancang *meaningful assessment* (penilaian yang bermakna). Dengan pola pembelajaran dan penilaian seperti di atas maka belajar IPA tidak hanya berorientasi pada seberapa banyak peserta didik mampu mengumpulkan pengetahuan, tetapi lebih pada proses berpikir bagaimana peserta didik membangun sendiri pengetahuan tersebut serta terampil menerapkannya untuk memecahkan permasalahan dalam kehidupan nyata.

# BAB 2

## BERPIKIR TINGKAT TINGGI (*HIGHER ORDER THINKING*)

### **Apakah yang dimaksud berpikir?**

Meskipun kegiatan berpikir sudah dilakukan sejak manusia ada, tetapi pengertian tentang berpikir masih terus diperdebatkan berbagai kalangan, terutama kalangan pendidikan. Menurut Dewey berpikir merupakan aktivitas psikologis ketika terjadi situasi keraguan, sedangkan Vygotsky lebih mengaitkan berpikir dengan proses mental (Palmer, 2003). Secara umum para tokoh pemikir bersepakat bahwa berpikir merupakan suatu kegiatan mental yang dialami seseorang ketika orang tersebut dihadapkan pada situasi atau suatu permasalahan yang harus dipecahkan. Berpikir selalu berkaitan dengan proses mengeksplorasi gagasan, membentuk berbagai kemungkinan-kemungkinan atau alternatif-alternatif yang bervariasi, dan menemukan solusi.

### **Makna berpikir dalam pembelajaran konstruktivis**

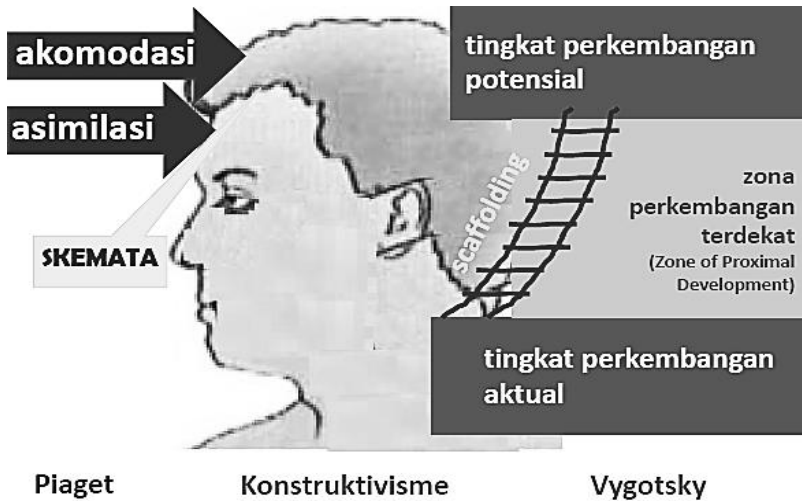
Dalam konteks pembelajaran, kegiatan berpikir memegang peranan sangat penting dalam membangun pengetahuan atau kognisi. Menurut pandangan konstruktivisme yang dimotori oleh Vygotsky dan Piaget, proses pembentukan struktur mental atau kognitif akan efektif

jika dilakukan sendiri oleh peserta didik melalui sejumlah keterampilan berpikir. Pada dasarnya setiap orang memiliki skemata, yaitu kerangka kognisi yang merepresentasikan ide/gagasan atau persepsi yang mendasari proses berpikir. Skemata ini selalu berkembang sejalan berlangsungnya proses berpikir dan bertambahnya pengalaman seseorang.

Piaget menjelaskan berkembangnya proses berpikir dapat dilakukan melalui asimilasi dan akomodasi. Asimilasi merupakan proses pengintegrasian pengalaman baru ke dalam struktur yang sudah ada. Asimilasi terjadi jika ciri-ciri pengalaman baru cocok dengan ciri-ciri struktur kognitif yang telah ada. Bila ciri-ciri pengalaman baru tidak cocok dengan ciri-ciri struktur kognitif yang telah ada maka peserta didik akan melakukan akomodasi, yaitu membangun struktur baru atau pemodifikasian struktur lama sehingga cocok dengan pengalaman baru. Diperlukan proses berpikir yang seimbang antara asimilasi dan akomodasi. Bila akomodasi lebih dominan dibandingkan asimilasi maka struktur kognitif yang terbentuk banyak tetapi kualitasnya rendah atau pengetahuannya luas tetapi tidak mendalam. Sebaliknya, bila asimilasi lebih dominan dibandingkan akomodasi maka struktur kognitifnya sedikit tetapi memiliki kualitas yang tinggi atau pengetahuannya terbatas tetapi mendalam.

Vygotsky meyakini perkembangan struktur kognitif seseorang baik melalui asimilasi maupun akomodasi dipengaruhi oleh interaksi sosial. Menurut Vygotsky setiap peserta didik memiliki dua tingkat perkembangan yang berbeda, yaitu tingkat perkembangan faktual (yang dimiliki sekarang) dan tingkat perkembangan potensial (belum dimiliki, tetapi akan dapat dimiliki setelah melakukan interaksi), sebagaimana ditunjukkan ilustrasi pada Gambar 3.





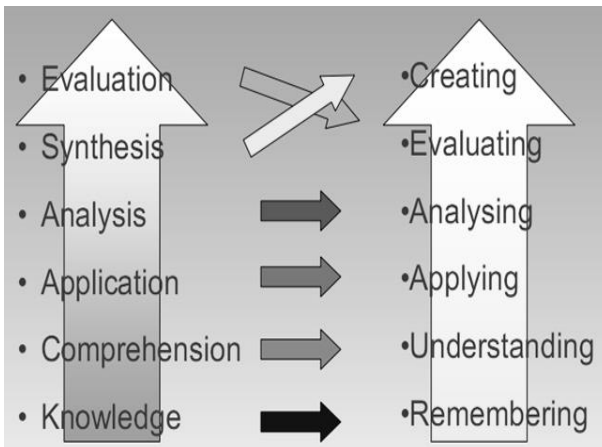
Gambar 3. Ilustrasi proses konstruksi pengetahuan

Zona di antara tingkat perkembangan faktual dan potensial disebut zona perkembangan terdekat (*zona of proximal development*). Peserta didik dapat mencapai tingkat perkembangan potensial dengan baik jika ada interaksi sosial berupa bantuan (dalam bahasa Bruner disebut *scaffolding*) pada daerah atau zona perkembangan terdekat. *Scaffolding* perlu dirancang dalam kerangka proses berpikir yang berkualitas agar menghasilkan struktur kognitif yang berkualitas juga.

### Level berpikir menurut Taksonomi Bloom

Benyamin Bloom mengklasifikasi proses berpikir menjadi 6 level, yang dikenal dengan Taksonomi Bloom, meliputi: C1-pengetahuan (*knowledge*), C2-pemahaman (*comprehension*), C3-penerapan (*application*), C4-analisis (*analysis*), C5-sintesis (*synthesis*), dan C6-evaluasi (*evaluation*). Level berpikir Bloom ini disusun dari tingkat kognitif yang sederhana hingga yang

paling rumit. Anderson dan Krathwohl (2001) merevisi Taksonomi Bloom agar lebih sesuai dengan tujuan pembelajaran modern. Level-level berpikir yang diusulkan Anderson dan Krathwohl adalah: C1-mengingat (*remembering*), C2-memahami (*understanding*), C3-menerapkan (*applying*), C4-menganalisis (*analyzing*), C5-mengevaluasi (*evaluating*), dan C6- mencipta atau mengreasi (*creating*). Di bawah ini disajikan perbandingan bagan taksonomi Bloom lama dan yang direvisi.



**Gambar 4.** Perbandingan level kognitif Taksonomi Bloom lama dan baru

Setidaknya terdapat tiga hal menarik dalam revisi Anderson dan Krathwohl, sebagaimana ditunjukkan Gambar 4, yaitu: *pertama*: nama-nama setiap level kognitif diubah dari kata benda menjadi kata kerja. Hal ini memberikan makna bahwa dalam setiap level kognitif tidak semata-mata mengutamakan pencapaian hasil akhir, tetapi proses berpikir bagaimana mencapai level tersebut jauh lebih penting.

*Kedua*: level pertama hingga keempat tidak ada perubahan, sedangkan level kelima dan keenam mengalami

revisi. Level mengingat, memahami, menerapkan, dan menganalisis memang menggambarkan hirarki proses berpikir dari rendah ke tinggi, sehingga tidak ada revisi. Tetapi, tidak demikian dari analisis ke sintesis, karena pada dasarnya analisis dan sintesis memiliki level setara hanya berangkat dari titik yang berbeda. Analisis adalah menguraikan sesuatu yang utuh menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, merupakan hasil proses deduktif. Sedangkan, sintesis adalah menyatukan bagian-bagian lebih kecil dalam kerangka yang lebih besar hingga menjadi utuh, merupakan hasil proses induktif. Deduktif dan induktif merupakan proses yang setara. Sehingga level sintesis tidak dapat dimaknai lebih tinggi dari level analisis. Dalam taksonomi Bloom yang baru kemampuan mengorganisir, menggabungkan, dan kemampuan-kemampuan lain yang mencirikan kemampuan mensintesis dijadikan satu dalam level menganalisis.

Level mensintesis bisa menjadi lebih tinggi dari level menganalisis jika hasil sintesis tersebut tidak sekedar menyatukan yang sudah ada tetapi menghasilkan sesuatu yang baru. Proses menghasilkan sesuatu yang baru atau berbeda dari yang sudah ada ini disebut mencipta atau mengkreasi (*creating*). Karena itu dalam ilustrasi Gambar 4, terdapat anak panah dari sintesis taksonomi lama ke mencipta dalam taksonomi baru.

Tetapi, ketika menciptakan sesuatu umumnya didahului oleh sikap kritis menemukan kekurangan dari yang sudah ada karena sudah tidak memenuhi kriteria tertentu. Jadi terjadi proses *judging*, memutuskan bahwa sesuatu itu sudah tidak memenuhi kriteria tertentu. Proses ini disebut mengevaluasi. Karena itu dalam taksonomi baru, level mengevaluasi diletakkan di antara menganalisis dan mencipta, sehingga secara hirarki menganalisis (di dalamnya termasuk mensintesis), mengevaluasi, dan mencipta memang menggambarkan level yang semakin tinggi.

*Ketiga:* Anderson dan Krathwohl merevisi taksonomi Bloom lama dengan memunculkan 4 (empat) dimensi pengetahuan, yaitu pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif. Pengetahuan faktual mencakup pengetahuan tentang istilah, nama, simbol, dan konsep-konsep dasar, misalnya: pengetahuan tentang nama alat ukur, satuan atau simbol suatu besaran. Bila antar pengetahuan faktual dihubungkan-hubungkan sehingga membentuk makna lebih luas atau mampu menjelaskan sesuatu, maka pengetahuan tersebut dinamakan pengetahuan konseptual. Contoh pengetahuan konseptual misalnya definisi atau pengertian sesuatu dan penjelasan tentang fenomena atau hubungan antar variabel.

Pengetahuan prosedural berkaitan dengan prosedur, urutan, atau tahapan dalam melakukan suatu kegiatan. Bila seseorang mampu menyebutkan dengan benar langkah demi langkah suatu kegiatan, misalnya langkah-langkah menggunakan *stopwatch* untuk mengukur waktu, berarti orang tersebut memiliki pengetahuan prosedural tentang menggunakan *stopwatch*. Pengetahuan prosedural lebih kompleks dibandingkan pengetahuan faktual dan konseptual.

Berbekal pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural, seseorang berpeluang membangun pengetahuan baru (skemata) yang bersifat khas atau unik bagi dirinya sendiri dengan cara-cara atau strategi-strategi tertentu. Umumnya setiap orang memiliki cara atau strategi yang khas dalam mengonstruksi skematanya masing-masing. Pengetahuan tentang cara atau strategi bagaimana membangun pengetahuan baru tersebut dinamakan metakognitif. Pengetahuan metakognitif bersifat *self-knowledge*, khas atau unik bagi setiap orang, karena itu umumnya tidak efektif bila diajarkan tetapi dapat berkembang optimal bila sering dilatihkan. Pencetus pertama kali akronim "*mejikuhibiniu*" yang menjadikan seseorang tidak terbalik

urutan warna dari merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu tentu telah mengalami proses kognitif tertentu, hingga lahir akronim tersebut. Urutan warna berkaitan dengan besaran frekuensi yang juga bertalian dengan besaran energi dalam ilmu fisika. Jika urutan warna terbalik akan mengganggu bangunan pengetahuan tentang konsep-konsep fisika yang lain. Proses kognitif demikian, yang menghasilkan pengetahuan khas, unik bagi penyusunnya disebut pengetahuan metakognitif. Tetapi ketika akronim tersebut dipakai orang lain, kemudian dihafalkan dalam proses kognitifnya, tentu yang demikian sudah bukan lagi pengetahuan metakognitif, melainkan pengetahuan faktual atau konseptual.

### **Berpikir tingkat tinggi**

Mengacu pada taksonomi Bloom yang baru, mengingat merupakan level berpikir paling rendah. Mengapa? Karena mengingat hanyalah memanggil kembali kognisi yang sudah ada dalam memori. Memahami satu level lebih tinggi dibandingkan dengan mengingat. Seseorang yang memahami sesuatu akan mampu menggunakan ingatannya untuk menjelaskan, membandingkan, atau memberikan contoh terkait sesuatu tersebut. Seseorang yang memahami sesuatu pada akhirnya juga dapat melakukan kembali hal-hal yang dipahaminya pada situasi yang baru atau situasi yang berbeda. Ketika seseorang dapat melakukan kembali hal-hal yang sudah dipahaminya pada situasi yang baru atau situasi yang berbeda, orang tersebut sudah mencapai level aplikasi (menerapkan). Kemampuan mengaplikasikan sesuatu belum menjamin seseorang mampu melakukan pemecahan masalah (*problem solving*), karena *problem solving* sesungguhnya berkaitan dengan hal-hal yang non-rutin atau belum tentu pernah ditemui atau dilakukan sebelumnya. Karena itu *problem solving* memerlukan level berpikir yang lebih tinggi,

yang disebut *higher order thinking skills* atau keterampilan berpikir tingkat tinggi.

Mengutip pernyataan Lauren Resnick dalam Arends (2001) berpikir tingkat tinggi memiliki sifat:

- a) tidak algoritmik, tindakan tidak sepenuhnya dapat ditetapkan sebelumnya,
- b) kompleks, sehingga tidak dapat dilihat dari satu sudut pandang saja,
- c) multi-solusi, tidak hanya satu penyelesaian, banyak alternatif dengan kelebihan dan kekurangan masing-masing,
- d) membutuhkan pertimbangan dan interpretasi,
- e) melibatkan banyak kriteria yang kadang-kadang bertentangan,
- f) seringkali tidak pasti,
- g) menuntut pengaturan diri (*self-regulation*) dalam proses berpikir,
- h) melahirkan pemaknaan baru yang lebih tinggi, dan
- i) menggambarkan kerja keras dan terjadi proses mental yang sungguh-sungguh, misalnya dalam melakukan elaborasi atau memutuskan sesuatu.

Dalam Taksonomi Bloom yang direvisi, mengingat dan memahami tergolong tingkat berpikir rendah (*Low order thinking skills/LoTs*) karena hanya memanggil kembali pengetahuan yang sudah pernah diterima atau diberikan dan menggunakannya untuk menjelaskan atau mendeskripsikan sesuatu, tanpa proses memperdalam atau meningkatkan level pengetahuan tersebut.

Menerapkan merupakan pengulangan pengetahuan yang sudah pernah diterima atau diberikan, tetapi menggunakan konteks yang baru atau berbeda dari sebelumnya, karena itu menerapkan dikategorikan berpikir tingkat menengah (*Middle order thinking skills/MoTs*).

		<b>THE COGNITIVE PROCESS DIMENSION</b>					
		<b>REMEMBER</b> Mengingat	<b>UNDERSTAND</b> Memahami	<b>APPLY</b> Menerapkan	<b>ANALYZE</b> Menganalisis	<b>EVALUATE</b> Mengevaluasi	<b>CREATE</b> Mencipta
<b>THE KNOWLEDGE DIMENSION</b>	<b>FACTUAL</b> Faktual	<b>LOTS</b>	<b>MOTS</b>	<b>HOTS</b>			
	<b>CONCEPTUAL</b> Konseptual						
	<b>PROCEDURAL</b> Prosedural						
	<b>METACOGNITIVE</b> Metakognitif						

**Gambar 5.** Bagan tingkat berpikir pada Taksonomi Bloom baru

Berpikir tingkat tinggi berada di atas level menerapkan, sebagaimana ditunjukkan Gambar 5. Berpikir tingkat tinggi meliputi menganalisis, mengevaluasi, dan mengreasi. Sebagaimana telah disinggung pada bagian terdahulu, menganalisis adalah kemampuan menguraikan sesuatu ke dalam bagian-bagian yang lebih kecil sehingga diperoleh makna yang lebih dalam. Menganalisis dalam taksonomi Bloom yang direvisi ini juga termasuk kemampuan mengorganisir dan menghubungkan antar bagian sehingga diperoleh makna yang lebih luas. Apabila kemampuan menganalisis tersebut berujung pada proses berpikir kritis sehingga seseorang mampu mengambil keputusan dengan tepat, maka orang tersebut telah mencapai level berpikir mengevaluasi. Dari kegiatan evaluasi, seseorang mampu menemukan kekurangan dan kelebihan sehingga mampu menghasilkan sesuatu yang baru atau berbeda dari yang sudah ada. Level berpikir ini disebut level berpikir mengreasi atau mencipta.

Berdasarkan Gambar 5, terdapat 24 komposisi level berpikir dengan dimensi pengetahuan berbeda. Bila F, K, P,



dan M secara berurutan merupakan simbol pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif; sedangkan C1-C6 melambangkan level proses kognitif mengingat sampai mencipta, maka level berpikir paling rendah adalah mengingat pengetahuan faktual (C1-F) dan paling tinggi adalah mencipta pengetahuan metakognitif (C6-M). Contoh level berpikir C1-F misalnya menyebutkan nama alat untuk mengukur tegangan listrik, dan contoh level berpikir C6-M misalnya merancang strategi baru dalam penjernihan air yang ramah lingkungan dengan menggunakan alat/bahan yang ada di sekitar kita.

Brookhart (2010) senada dengan Anderson dan Krathwohl bahwa keterampilan berpikir tingkat tinggi mencakup proses berpikir menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta. Brookhart menggunakan tiga istilah atau terminologi pencari HoTs, yaitu *transfer*, *critical thinking*, dan *problem solving*. Transfer menggambarkan kemampuan berpikir seseorang sehingga mampu menggunakan pengetahuan dan keterampilan yang telah dimiliki dalam konteks baru. Sekilas, terminologi *transfer* ini analog dengan proses kognitif menerapkan atau mengaplikasikan pada taksonomi Bloom. Tetapi sebenarnya berbeda. Brookhart menyatakan bahwa kehidupan di luar sekolah, merupakan karakteristik yang ditekankan dalam melakukan transfer berpikir. Menurut terminologi *transfer* ini, seseorang disebut mampu berpikir tingkat tinggi jika mampu menggunakan pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki dalam konteks kehidupan nyata.

*Critical thinking* atau berpikir kritis meliputi berpikir logis atau nalar, reflektif, dan kemampuan mengambil keputusan. Dalam terminologi *critical thinking* menurut Brookhart, seseorang disebut memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi, jika orang tersebut mampu mengambil

keputusan secara bijaksana sebagai hasil dari proses berpikir kritis dan masuk akal.

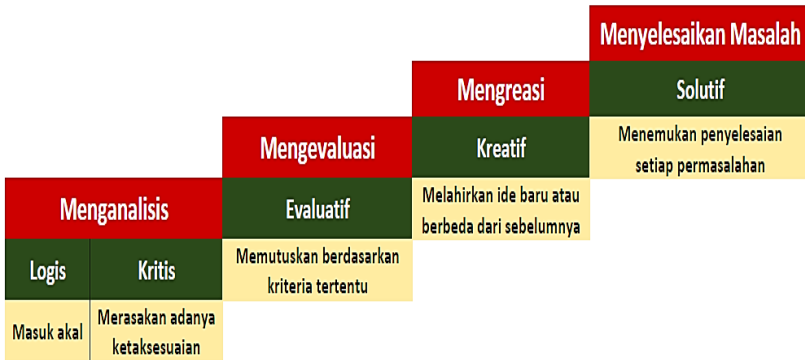
*Problem* atau masalah terjadi ketika harapan tidak bisa dicapai meskipun pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki sudah digunakan. Karena itu *problem solving* atau penyelesaian masalah merupakan strategi berpikir nonrutin, berbeda dari biasanya. Menurut Brookhart, masalah dapat berupa *closed problems*, yaitu permasalahan yang penyelesaiannya telah memiliki tahapan tertentu; *open ended*, yakni permasalahan dengan alternatif penyelesaian lebih dari satu atau multirespons, kebenaran penyelesaiannya juga tidak tunggal; dan *genuine questions*, berupa permasalahan sungguhan yang solusinya benar-benar tidak diketahui. Diperlukan kreativitas dalam penyelesaian masalah. Apalagi jika permasalahannya dari kehidupan nyata, solusinya pasti non rutin, karena kehidupan juga selalu mengalami perubahan. Dalam terminologi *problem solving*, seseorang disebut memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi jika mampu bekerja kreatif sehingga selalu mampu menyelesaikan permasalahan yang dihadapinya.

Berdasarkan uraian beberapa pendapat di atas, dapat ditarik simpulan bahwa berpikir tingkat tinggi meliputi proses berpikir menganalisis, mengevaluasi, mengreasi, dan menyelesaikan masalah. Proses berpikir tingkat tinggi dicirikan oleh cara berpikir yang logis, kritis, evaluatif, kreatif, dan solutif.

Berpikir logis adalah berpikir nalar, yaitu berpikir yang masuk akal atau dapat diterima oleh akal sehat karena memenuhi kaidah berpikir ilmiah. Berpikir kritis adalah berpikir reflektif sehingga mampu merasakan adanya sesuatu yang tidak semestinya. Berpikir evaluatif adalah berpikir yang berujung pada kemampuan mengambil keputusan berdasarkan kriteria atau kaidah-kaidah tertentu. Keputusan yang bijaksana tidak hanya mengacu pada kebenaran substansi,

tetapi juga ketepatan dalam memilih keputusan di antara sekian banyak kemungkinan (Jawa: *ora mung waton bener, ananging ugo pener*). Berpikir kreatif adalah berpikir non rutin, berpikir *out of the box*, keberanian berpikir berbeda dari sebelumnya atau pada umumnya, sehingga berpeluang melahirkan ide-ide atau gagasan baru. Dan, berpikir solutif adalah ciri berpikir paling tinggi karena berujung pada penyelesaian masalah.

Seseorang yang mampu berpikir logis, belum tentu mampu berpikir kritis dan evaluatif, apalagi kreatif. Tetapi orang yang kreatif, umumnya telah melewati proses berpikir logis, kritis, dan evaluatif, sehingga berhasil menemukan ide baru atau berbeda sebagai solusi dari setiap permasalahan yang muncul. Gambar 6 menyajikan diagram cakupan dan hirarki berpikir tingkat tinggi.



**Gambar 6.** Diagram cakupan dan hirarki berpikir tingkat tinggi

Contoh sederhana runtutan berpikir tingkat tinggi diilustrasikan di bawah ini. Ketika seseorang merasakan permasalahan “ruangan gelap”, maka hal logis yang perlu dilakukan adalah menghadirkan cahaya ke ruang tersebut, misalnya dengan menyalakan lampu. Setelah menekan saklar

ternyata lampu tidak dapat menyala, maka pikiran kritisnya membawa pada beberapa kemungkinan: tidak ada aliran listrik, lampunya putus, saklarnya rusak, atau jaringan kabelnya yang bermasalah. Pikiran kritis akan terus berlanjut bagaimana memastikan kemungkinan yang paling benar. Disini mulai memerlukan proses berpikir evaluatif. Setelah *dicheck* di meter listrik PLN ternyata tidak ada masalah. Permasalahan menyempit mungkin bersumber dari saklarnya tidak berfungsi baik, jaringan kabel ada yang terputus, atau lampunya yang rusak. Perlu memutuskan manakah yang *dicheck* lebih dulu? Manakah yang paling mudah?

Lampu dilepas kemudian dicoba di tempat lain, ternyata menyala. Berarti lampu bukan penyebab masalah. Saklar dibuka, *dicheck*, tidak ada yang aneh. Dicoba di tempat lain, arus listrik dapat mengalir. Berarti saklar masih berfungsi baik. Tinggal satu kemungkinan penyebab: kabel listrik mungkin ada yang putus. Tapi kabel tertanam dalam dinding rumah. Tidak mudah membongkarnya. Proses berpikir logis, kritis, dan evaluatif sudah dilakukan semua. Tetapi permasalahan ruang gelap belum terpecahkan. Di sini mulai menuntut adanya kreativitas. Harus ada ide atau gagasan untuk menghadirkan cahaya ke dalam ruang tersebut, misalnya memasang kabel sementara dari stop kontak lain yang terdapat aliran listrik, sehingga lampu listrik di ruangan dapat menyala; menggunakan lampu *emergency* atau lampu lain yang menggunakan sumber tenaga baterai, atau ide-ide lain yang terbukti menyelesaikan masalah. Mungkin saja proses berpikir kreatif telah dilakukan, tetapi gagal, belum mampu menemukan solusi, berarti masalah belum terselesaikan. Pengalaman menunjukkan orang-orang kreatif tidak pernah putus asa, selalu ada ide. Karena itu, dengan keterampilan berpikir tingkat tinggi setiap permasalahan pasti dapat diselesaikan.



# BAB 3

## LITERASI SAINS

### Apakah literasi sains itu?

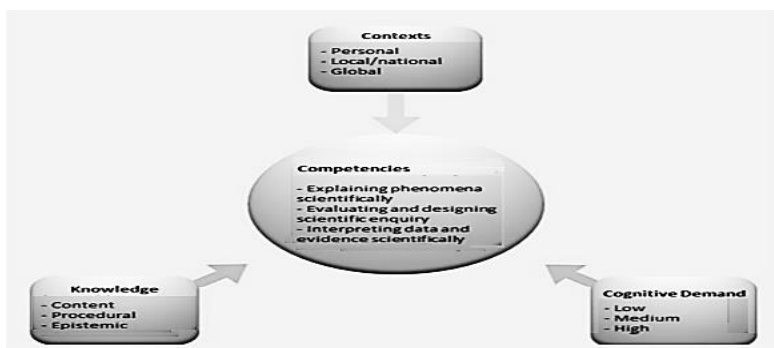
Literasi merupakan kata serapan dari bahasa Inggris *literate* atau *literacy* yang secara harfiah berarti “melek” (bahasa Jawa) atau dapat melihat atau tidak buta. Istilah *scientific literacy* pertama kali dikenalkan tahun 1950-an oleh Paul DeHart Hurd yang menyatakan *scientific literacy is a comprehension of science and its applications to society* (Laugksch, 2000). Mengacu pada pernyataan Paul Hurd di atas literasi ilmiah merupakan pemahaman seseorang terhadap ilmu pengetahuan dan kemampuannya untuk menerapkan ilmu pengetahuan tersebut dalam kehidupan bermasyarakat.

*National Science Education Standards* (NSES, 1996) merumuskan definisi yang lebih rinci dan spesifik tentang *scientific literacy*, yaitu *scientific literacy is knowledge and understanding of scientific concepts and processes required for personal decision making, participation in civic and cultural affairs, and economic productivity*. NSES dalam uraiannya telah memfokuskan *scientific literacy* pada konteks Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) atau sains, mencakup makhluk hidup dan proses kehidupan, ilmu fisika, ilmu kimia, serta bumi dan jagad raya. Maka *scientific literacy* menurut NSES dimaknai sebagai literasi sains yang mendeskripsikan pengetahuan dan pemahaman seseorang terhadap konsep dan proses sains yang diperlukannya untuk membuat suatu keputusan, berpartisipasi dalam kehidupan bermasyarakat dan berbudaya, serta berperan serta dalam pertumbuhan ekonomi.

Holbrook & Ramnikmae (2009) mengidentifikasi dua pandangan umum tentang literasi sains, yaitu *science literacy* dan *scientific literacy*. Kelompok *science literacy* beranggapan bahwa konten sains merupakan komponen fundamental dan mendasar dalam literasi sains. Seseorang dikatakan melek terhadap sains jika orang tersebut memiliki pengetahuan tentang sains. Literasi sains pada kelompok ini lebih cenderung sebatas pemahaman kata atau istilah-istilah sains. Kelompok *scientific literacy* berpandangan bahwa literasi sains tidak sekedar melek terhadap konten sains, tetapi juga bagaimana sains dimanfaatkan untuk dapat beradaptasi terhadap perubahan kehidupan yang sangat cepat. Literasi sains menurut pandangan kelompok kedua ini sejalan dengan kecakapan hidup (*life skills*).

### Aspek literasi sains

*Organisation for Economic Cooperation and Development* (OECD, 2018) dalam studinya PISA, memformulasikan kompetensi literasi sains mencakup menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, serta menginterpretasi data dan bukti secara ilmiah, sebagaimana ditunjukkan Gambar 6.



Gambar 6. Cakupan literasi sains (OECD, 2018)



Tiga kompetensi sebagai indikator literasi sains tersebut berkaitan dengan jenis pengetahuan, level kognitif, dan cakupan konteks, yang disajikan dalam tiga dimensi sebagaimana ditunjukkan Gambar 7.

		Competencies			DOK		
		Explain phenomena scientifically	Evaluate and design scientific enquiry	Interpret data and evidence scientifically	Low	Medium	High
Knowledge	Content Knowledge						
	Procedural Knowledge						
	Epistemic Knowledge						

**Gambar 7.** Kerangka literasi sains dalam dimensi kognitif (OECD, 2018)

Pengetahuan konten adalah pengetahuan yang berisi materi (konsep-konsep, hukum, dan teori) di bidang Biologi, Fisika, Kimia, serta ilmu kebumihan dan Antariksa. Materi-materi tersebut dipilih yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Pengetahuan prosedural adalah pengetahuan yang berkaitan dengan tahapan atau prosedur ilmiah. Termasuk di dalamnya: mengidentifikasi dan mendefinisikan variabel, melakukan observasi, melakukan pengukuran dengan berbagai peralatan, mereplikasi penyelidikan, mengolah dan menyajikan data, serta merumuskan temuan atau simpulan. Pengetahuan epistemik adalah pengetahuan yang berkaitan dengan asal usul bagaimana suatu pengetahuan dihasilkan.

Jika dibandingkan dengan dimensi pengetahuan pada taksonomi Bloom yang direvisi Anderson dan Krathwohl (2001), pengetahuan konten setara dengan pengetahuan faktual dan konseptual, pengetahuan prosedural tidak terjadi perbedaan istilah, sedangkan pengetahuan epistemik mirip

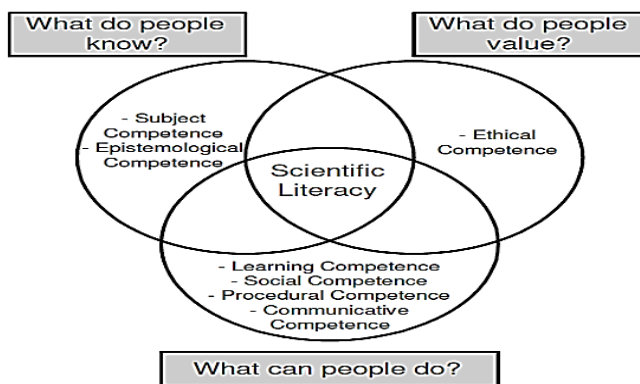
dengan pengetahuan metakognitif. Jika mengidentifikasi dan mendefinisikan suatu variabel tertentu termasuk pengetahuan prosedural, maka pengetahuan epistemiknya adalah mempertanyakan mengapa identifikasi dan definisi yang dipilih tentang suatu variabel seperti itu? Penjelasan-penjelasan tentang mengapa memilih alat tertentu, mengapa rancangan penyelidikannya begitu, berapa kali harus dilakukan pengumpulan data dan penjelasan-penjelasan sejenis tergolong dalam pengetahuan epistemik.

Tiga aspek kompetensi literasi sains, yaitu: menjelaskan fenomena sains secara ilmiah, merancang dan mengevaluasi penyelidikan ilmiah, serta menginterpretasi data dan bukti secara ilmiah pada tiga jenis pengetahuan di atas juga dibedakan pada level rendah, sedang, dan tinggi. Level rendah adalah kemampuan menyebutkan fakta atau konsep sederhana. Level sedang mencakup kemampuan menggunakan pengetahuan konseptual untuk menjelaskan fenomena. Level tinggi meliputi kemampuan menganalisis informasi kompleks, mensintesis bukti, melakukan evaluasi, dan merancang penyelesaian masalah. Jika dilakukan komparasi dengan taksonomi Bloom yang direvisi, level rendah setara C1; level sedang setara C2 dan C3; dan level tinggi setara C4, C5, dan C6.

Kompetensi literasi sains dengan jenis pengetahuan dan level kognitif tertentu jika dikaitkan dengan konteks kehidupan nyata, juga masih bisa dirinci pada konteks personal, lokal, dan global (OECD, 2018). Konteks personal adalah pada diri masing-masing individu. Konteks lokal bisa mencakup regional atau nasional; sedangkan konteks global bersifat mendunia, lintas negara, benua, bahkan lintas budaya dan peradaban. Misalnya: seorang siswa Indonesia mampu menjelaskan bagaimana virus Covid-19 yang awalnya ada di Wuhan-Cina, tetapi akhirnya bisa menginfeksi seseorang di kota tempat tinggalnya, yang jauh sekali dari Cina. Pada hal

sejatinya virus itu tidak dapat bergerak sendiri. Jika penjelasan siswa tersebut menggunakan analisis data, gambar, atau bagan secara akurat, maka siswa Indonesia tersebut menunjukkan kompetensi literasi sains menjelaskan fenomena secara ilmiah pada konteks global dengan pengetahuan biologi yang dimiliki pada level kognitif tinggi.

Gräber dalam Holbrook & Ramnikmae (2009) mengemas aspek literasi sains ke dalam suatu model yang mencakup tiga pertanyaan dasar dan jawabannya dikemas ke dalam sejumlah kompetensi, sebagaimana ditunjukkan Gambar 8. Tiga pertanyaan tersebut adalah: apa yang diketahui seseorang (*what do people know*), apa yang dianggap bernilai oleh seseorang (*what do people value*), dan apa yang dapat diperbuat seseorang (*what can people do*)? Pertanyaan apa yang diketahui seseorang dijawab dengan kompetensi substantif dan kompetensi epistemologik. Jika dicermati kompetensi ini senada dengan domain pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif menurut Anderson dan Krathwohl (2001); juga senada dengan pengetahuan konten, prosedural, dan epistemik menurut OECD (2018).



Gambar 8. Model literasi sains menurut Gräber

Pertanyaan apa yang dapat dilakukan seseorang dijawab dengan kompetensi untuk terus belajar, kompetensi bermasyarakat, kompetensi melakukan sesuatu secara prosedural, dan kompetensi berkomunikasi. Jika dicermati kompetensi ini senada dengan domain keterampilan, baik keterampilan fisik maupun keterampilan berpikir. Era sekarang membutuhkan keterampilan abad XXI, yang dikenal 4c (*critical & problem solving, creative & innovation, collaborative, and communication skills*) (Partnership for 21<sup>st</sup> Century Skills, 2011).

Pertanyaan apa yang dianggap bernilai oleh seseorang dijawab dengan kompetensi etik. Kompetensi etik ini jika dicermati senada dengan domain afektif, meskipun secara teoritis tidak sama. Holbrook & Ramnikmae (2009) memperluas cakupan kompetensi etik termasuk hak asasi, toleransi, pendidikan untuk kedamaian, kesetaraan gender, dan upaya membangun masyarakat yang memiliki rasa tanggung jawab (*responsible citizen*).

Berdasarkan beberapa pendapat di atas, literasi sains sebenarnya mirip dengan kecakapan hidup (*life skills*). Cakupan literasi sains juga merupakan integrasi ranah sikap, keterampilan, dan pengetahuan. Karena itu secara umum literasi sains dapat didefinisikan sebagai kemampuan seseorang dalam memahami sains, kemudian menerapkannya dalam kehidupan nyata, sehingga dapat berperilaku bijaksana baik sebagai pribadi maupun anggota masyarakat.

Dalam konteks pembelajaran sains, agar memiliki literasi sains, siswa tidak cukup hanya memahami konsep dan proses sains (produk dan proses), melainkan harus diberikan kesempatan untuk terlibat aktif menerapkannya dalam kasus-kasus nyata. Siswa yang pintar sains: biologi, fisika, dan kimia, tetapi tidak mampu menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari secara bijaksana berarti belum memiliki literasi sains.

Misalnya pembelajaran sains di kelas selalu menekankan metode ilmiah, yang melatih menyimpulkan sesuatu harus berdasarkan bukti atau data yang akurat. Jika terdapat siswa yang sembarangan menuduh temannya tanpa bukti yang dapat dipertanggungjawabkan, berarti belum memiliki literasi sains. Konsep fisika mengajarkan bahwa gas dalam ruang tertutup jika suhunya semakin tinggi tekanannya juga akan semakin besar, tetapi seorang siswa meletakkan sepedanya di tempat yang panas, akibatnya bannya meletus. Berarti siswa tersebut belum memiliki literasi sains. Menurut konsep kimia, nikotin yang dikandung rokok itu merupakan zat kimia amat berbahaya, dan menurut konsep biologi akan merusak DNA tubuh sehingga sistem pengaturan sel terganggu dan kerusakan sel terjadi sangat cepat. Pertumbuhan sel yang tidak normal ini terbukti telah menyebabkan kanker paru-paru karena nikotin dan asap rokok langsung berhubungan dengan sistem pernafasan. Faktanya sering terlihat anak sekolah merokok, bisa jadi juga gurunya. Berarti orang-orang yang merokok tersebut belum memiliki literasi sains.

# BAB 4

## PEMBELAJARAN KONTEKSTUAL

### Apakah Pembelajaran Kontekstual itu?

*Contextual teaching and learning* (CTL) atau pembelajaran kontekstual bukanlah suatu konsep baru. Penerapan pembelajaran kontekstual di sekolah-sekolah Amerika, sudah lama sekali. Pertama kali diusulkan oleh John Dewey pada tahun 1916. Tetapi baru menjadi isu penting setelah *Secretary of Labor's Commission on Achieving Necessary Skills (SCANS)* pada tahun 1991-1993 melaporkan hasil penelitiannya yang berjudul *Learning a Living: A Blueprint for High Performance*. Rekomendasi dari penelitian SCANS tersebut adalah pembelajaran harus mengacu pada konteks, yakni dengan mengaitkan *academic study* dengan *the real world* (Johnson, 2002).

Definisi tentang pembelajaran kontekstual telah banyak dirumuskan. Menurut *U.S. Department of Education and the National School-to-Work Office* yang dikutip oleh Blanchard (2001), pembelajaran kontekstual merupakan suatu konsepsi yang membantu guru mengaitkan konten mata pelajaran dengan situasi dunia nyata dan memotivasi siswa membuat hubungan antara pengetahuan dan penerapannya dalam kehidupan mereka sebagai anggota keluarga, warga negara, dan tenaga kerja.

Sedangkan menurut *University of Washington College of Education* (2001) pembelajaran kontekstual adalah pembelajaran yang memungkinkan peserta didik untuk menguatkan, memperluas, dan menerapkan pengetahuan dan keterampilan akademik mereka dalam berbagai macam

tatanan dalam-sekolah dan luar-sekolah agar dapat memecahkan masalah-masalah dunia-nyata atau masalah-masalah yang disimulasikan. Johnson (2002) juga memberikan pengertian yang senada tentang pembelajaran kontekstual, yaitu proses pendidikan yang bertujuan membantu peserta didik memaknai materi yang mereka pelajari dengan cara mengaitkan materi tersebut dengan kehidupan mereka sehari-hari.

Berdasar beberapa pendapat dan uraian di atas, terdapat kalimat kunci yang menjadi ciri atau karakteristik pembelajaran kontekstual, yaitu suatu pendekatan pembelajaran yang menekankan terciptanya kaitan bermakna antara sesuatu yang dipelajari dengan penerapannya dalam kehidupan nyata. Telaah yang mendalam terhadap berbagai pustaka, memberikan pemahaman bahwa pembelajaran kontekstual merupakan suatu perpaduan dari berbagai praktek pembelajaran yang baik dan beberapa pendekatan reformasi pendidikan yang dimaksudkan untuk memperkaya relevansi dan meningkatkan kebermaknaan pembelajaran bagi kehidupan nyata.

### **Mengapa Pembelajaran Kontekstual penting?**

Meskipun kesadaran pentingnya pembelajaran kontekstual di negara kita tidak secepat kesadaran negara Amerika dan negara-negara lain di Eropa, tetapi sinyalemen para pakar pendidikan Indonesia sebenarnya juga sudah lama disampaikan (Zamroni, 2000; Semiawan, 2000; Joni, 2000; Rachman, 2003; Sumarna, 2004; dan Muchlas, 2011), sebagaimana telah diuraikan di bagian awal buku ini. Hasil implementasi pembelajaran kontekstual juga terbukti efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik SMP/MTs (Nur, dkk., 2001; Wasis, 2006; Rahayu, dkk, 2013; dan Handini, dkk, 2016).

Dalam kaitannya dengan pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan literasi sains, pembelajaran kontekstual memiliki karakteristik yang serupa yakni sama-sama mensyaratkan adanya konteks kehidupan nyata. Pendekatan pembelajaran kontekstual menekankan kaitan pembelajaran di kelas dengan kehidupan nyata, yang ada di sekitar peserta didik. Berpikir tingkat tinggi menuntut proses berpikir non rutin, yang akan mudah ditumbuhkembangkan jika pembelajarannya berkaitan dengan kasus nyata yang ada dalam kehidupan sehari-hari. Demikian juga literasi sains yang menuntut seseorang untuk mengimplementasikan pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki dalam kehidupan sehari-hari.

### **Karakteristik Pembelajaran Kontekstual**

Untuk menemukan karakteristik pembelajaran kontekstual, di bawah ini dipaparkan dua pendapat yang banyak diacu. *The Washington State Consortium for Contextual Teaching and Learning* (2001), menemukan tujuh pilar yang menjadi karakteristik pembelajaran kontekstual, yaitu:

a. *Inquiry*

Pembelajaran kontekstual menempuh siklus yang terdiri dari kegiatan mengamati, bertanya, menganalisis, dan merumuskan teori, baik secara individu maupun kelompok. Dalam kegiatan-kegiatan tersebut dikembangkan dan digunakan keterampilan berpikir kritis.

b. *Questioning*

Pembelajaran kontekstual menggunakan *questioning* untuk mendorong, membimbing dan menilai kemampuan berpikir serta memandu kegiatan berbasis inkuiri.



c. *Constructivism*

Konstruktivis merupakan proses membangun pemahaman oleh diri sendiri dari pengalaman-pengalaman baru berdasarkan pada pengalaman-pengalaman awal yang telah dimiliki. Dalam pembelajaran kontekstual, para peserta didik akan menggunakan pengalaman-pengalaman kehidupan untuk membangun pengetahuannya, karena itu bangunan konsepnya akan kokoh dan bermakna.

d. *Learning community*

Berbicara dan berbagi pengalaman dengan orang lain, merupakan proses belajar yang ditekankan dalam pembelajaran kontekstual. Ditanamkan bahwa bekerjasama dengan orang lain untuk menciptakan pembelajaran adalah lebih baik dibandingkan dengan belajar sendiri.

e. *Authentic assessment*

Karena pembelajaran kontekstual menitik beratkan pada kaitan bermakna dengan kehidupan, maka penilaian pembelajarannya tidak mungkin hanya mengukur kemampuan kognitif saja apalagi yang bersifat artifisial, melainkan harus otentik melingkupi dimensi produk, proses, dan sikap secara utuh. Karena itu, penilaiannya menyangkut tugas-tugas yang kontekstual dan relevan dengan masalah kehidupan nyata.

f. *Reflection*

Dalam pembelajaran kontekstual kejadian, aktivitas, dan pengalaman-pengalaman yang telah dipelajari atau dilakukan, dipikirkan kembali, kemudian direspon dan direvisi sehingga dirasakan ide-ide baru.

g. *Modelling*

Proses belajar tidak harus dimulai dari diri sendiri. Bila didemonstrasikan suatu proses belajar atau perilaku, maka orang lain dapat belajar dari proses atau perilaku tersebut.

Kehidupan nyata merupakan model yang amat lengkap bagi proses belajar seseorang.

Sedangkan, menurut Johnson (2002) terdapat delapan komponen yang menjadi karakteristik pembelajaran kontekstual, yaitu:

a. *Making meaningful connection*

Jantung pembelajaran kontekstual adalah keterkaitan yang melahirkan kebermaknaan. Pembelajaran kontekstual memberikan fasilitas kepada peserta didik untuk membuat berbagai kaitan yang mungkin dari apa pun yang dipelajari atau dialami dalam kehidupannya, sehingga dapat mencapai kemampuan akademik yang tinggi.

b. *Doing significant work*

Untuk melahirkan kaitan yang bermakna, peserta didik harus mengerjakan sesuatu yang nyata, yaitu sesuatu yang bersentuhan dengan kehidupannya. Dengan mengerjakan sesuatu yang nyata, peserta didik akan semakin termotivasi dalam belajar karena yakin bahwa apa yang dipelajari nyata-nyata bermanfaat bagi kehidupannya.

c. *Self-regulated learning*

Pembelajaran kontekstual menciptakan proses belajar yang menjamin kebebasan dan kemandirian peserta didik, baik ketika belajar sendiri maupun berkelompok. Kebebasan dan kemandirian dalam belajar mensyaratkan kemampuan peserta didik dalam mengatur dan mengendalikan diri sendiri.

d. *Collaborating*

Bekerja sama merupakan bagian esensial dari pembelajaran kontekstual. Permasalahan peserta didik akan lebih mudah dipecahkan dalam kelompok-kelompok kecil. Bekerja sama juga dilakukan antara sekolah dengan lingkungannya, guru dengan kolega dan orang tua siswa.

- e. *Critical and creative thinking*  
Pembelajaran kontekstual mengembangkan *higher order thinking*, meliputi berpikir kritis dan kreatif. Berpikir kritis merupakan aktivitas mental yang terorganisir, sistematis dalam melakukan analisis, memecahkan masalah, atau membuat suatu keputusan; sedangkan berpikir kreatif lebih terkait pada orisinalitas dan kecakapan dalam memahami dan mengembangkan sesuatu.
- f. *Nurturing the individual*  
Pembelajaran kontekstual memelihara proses belajar setiap individu dengan memfasilitasi berbagai gaya belajar (*kinds of intelligence*) yang dimiliki seseorang, misalnya: *linguistic, logical-mathematical, spatial, bodily-kinesthetic, musical, interpersonal, intrapersonal, dan naturalist*. Pembelajaran kontekstual meyakini bahwa setiap individu memiliki kecenderungan gaya belajar tertentu yang mungkin berbeda antara individu satu dengan individu yang lain.
- g. *Reaching high standards*  
*High standard* mengacu pada kualitas dan kuantitas. Secara kualitas harus semakin baik, kompleks, dan canggih, sedangkan secara kuantitas cakupannya harus semakin luas. Pembelajaran kontekstual melalui konteks kehidupan nyata menyediakan situasi pembelajaran yang membuat siswa mencapai *high standard*, karena pada hakikatnya kehidupan semakin lama adalah semakin kompleks dan global.
- h. *Using authentic assessment*  
Penilaian dalam pembelajaran kontekstual merupakan penilaian otentik, bukan artifisial, karena siswa harus menunjukkan kemampuan menggunakan pengetahuannya untuk keperluan yang nyata dalam konteks kehidupan sehari-hari. Bentuk penilaian otentik yang dapat diterapkan

dalam pembelajaran kontekstual meliputi: *portofolios*, *performances*, *projects*, dan *extended written responses*.

Berdasarkan pendapat di atas, dapat ditemukan karakteristik menonjol dalam pembelajaran kontekstual, yaitu:

a. *menciptakan kaitan bermakna*

Pembelajaran kontekstual menciptakan kaitan yang bermakna antara sesuatu yang dipelajari dengan kehidupan nyata. Untuk melahirkan kaitan yang bermakna tersebut, siswa harus mengerjakan sesuatu yang nyata, yaitu sesuatu yang bersentuhan dengan kehidupannya. Jadi, pembelajaran dipersepsi dengan hidup mereka.

b. *konstruktivis-inkuiri*

Pembelajaran kontekstual memberikan kesempatan yang luas kepada siswa untuk membangun pengetahuan mereka sendiri melalui berbagai aktivitas, baik *hands-on* maupun *minds-on activities*, dengan memperhatikan pengetahuan awal. Pemahaman siswa yang mendalam dikembangkan melalui refleksi-refleksi berdasarkan pengalaman, sehingga terjadi proses belajar bermakna.

c. *mengembangkan berpikir tingkat tinggi*

Pembelajaran kontekstual mengembangkan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking*), meliputi berpikir kritis dan kreatif. Dengan berpikir kritis dan kreatif siswa akan mencapai *high standard*. Secara kualitas kemampuan siswa harus semakin baik, kompleks, dan canggih, sedangkan secara kuantitas cakupannya menjadi semakin luas.

d. *responsif terhadap keragaman*

Pembelajaran kontekstual memfasilitasi berbagai perbedaan dan keragaman, misalnya gaya belajar, nilai-nilai, keyakinan-keyakinan, dan kebiasaan-kebiasaan atau budaya siswa dan komunitasnya, juga memperhatikan karakteristik pendidik dan masyarakat. Pembelajaran

kontekstual juga responsif terhadap situasi, kondisi, dan sumber-sumber belajar yang ada di lingkungan sehingga pembelajaran dapat berlangsung secara optimal, dan

e. *menggunakan penilaian otentik*

Karena pembelajaran kontekstual menekankan pada keterkaitan dengan kehidupan nyata, maka penilaian tradisional dalam bentuk *paper and pencil*, apa pun bentuknya tidak akan memadai. Pembelajaran kontekstual membutuhkan penilaian yang menyeluruh, berkesinambungan dan tidak artifisial, maka bentuk-bentuk penilaian otentik, misalnya: penilaian kinerja (*performance*), proyek, jurnal, dan portofolio harus dilakukan.

### **Bagaimana mengembangkan pembelajaran kontekstual?**

Untuk mengembangkan pembelajaran kontekstual perlu diperhatikan tiga prinsip utama, yaitu *interdependence*, *differentiation*, dan *self-organization* (Johnson, 2002).

***Interdependence.*** Prinsip *interdependence* (saling kebergantungan) merupakan prinsip yang menghubungkan sesuatu di alam dengan sesuatu yang lain sehingga menciptakan saling kebergantungan. Dalam pembelajaran kontekstual, prinsip *interdependence* melahirkan kaitan antara sesuatu yang dipelajari dengan kebutuhan atas sesuatu tersebut dalam kehidupan. Dengan prinsip *interdependence* siswa akan selalu mencari keberkaitan antar berbagai hal untuk menemukan makna, sehingga pola berpikir kritis dan kreatif menjadi terlatih dan berkembang. Prinsip *interdependence* juga melahirkan *collaborative work*, membangun masyarakat belajar (*learning community*) sehingga siswa dapat bekerjasama dalam mengidentifikasi isu/masalah, merancang aktivitas, dan mengeksplorasi suatu pemecahan. Prinsip *interdependence* dapat mengantarkan siswa mencapai *high academic standards*.

***Differentiation.*** Prinsip *differentiation* (keberbedaan) merupakan prinsip yang menyadari adanya perbedaan dan keberagaman, karena setiap sesuatu adalah unik. Prinsip *differentiation* akan mendorong lahirnya kolaborasi. Dalam pembelajaran kontekstual, prinsip *differentiation* memfokuskan perhatian yang sungguh-sungguh pada setiap individu siswa. Menyadari bahwa setiap siswa memiliki karakteristik yang unik, maka pembelajaran kontekstual memberikan ruang yang luas bagi setiap nilai, budaya, dan gaya belajar yang dimiliki oleh setiap siswa. Pembelajaran kontekstual menjadi responsif terhadap keberagaman. Menyadari adanya perbedaan dan keberagaman, maka dalam pembelajaran kontekstual perlu dibangkitkan semangat berkolaborasi secara kreatif, sehingga potensi siswa dapat berkembang secara optimal.

***Self-organization.*** Prinsip *self-organization* (pengaturan diri) merupakan prinsip yang menjadikan setiap bagian suatu sistem dapat menjaga posisi sesuai potensinya masing-masing, sehingga sebagai satu kesatuan dapat saling melengkapi. Dengan prinsip *self-organization*, pembelajaran kontekstual mampu memfasilitasi setiap siswa untuk dapat mengaktualisasikan potensinya secara harmonis dalam proses belajar. Kolaborasi dan masyarakat belajar dapat berhasil secara optimal, bila setiap siswa mampu mengendalikan diri dan memposisikan dirinya secara konstruktif. Pengaturan diri tentu saja berpangkal pada kesadaran setiap siswa akan potensinya masing-masing. Bisa jadi, potensi setiap individu berbeda-beda, tetapi justru menyadari karena keberbedaan tersebut lahir kesadaran untuk mengatur dan mengendalikan diri agar berlangsung proses pembelajaran yang efektif.

## Implementasi Pembelajaran Kontekstual

Dengan memperhatikan karakteristik dan tiga prinsip pengembangan pembelajaran kontekstual di atas, maka implementasi pembelajaran kontekstual dapat dilakukan dengan tahap-tahap:

1. *Mengidentifikasi kompetensi yang ingin dicapai, menemukan keterkaitan bahan pembelajaran dan penerapannya dalam kehidupan yang dapat digunakan untuk mencapai kompetensi tersebut.*

Untuk mencapai suatu kompetensi tertentu, seorang peserta didik menempuh sejumlah pengalaman belajar. Semakin lengkap, terpadu dan bermakna suatu pengalaman belajar, akan membentuk kompetensi yang semakin tinggi. Karena itu perlu diidentifikasi secara cermat, kompetensi apa yang akan dicapai, dan untuk mencapai kompetensi tersebut pengalaman belajar apa yang dibutuhkan. Setelah sejumlah pengalaman belajar yang dibutuhkan diketahui, selanjutnya diidentifikasi cara-cara memperolehnya melalui pendekatan pembelajaran kontekstual, yaitu dengan mengaitkannya dengan penerapan dalam kehidupan yang nyata.

2. *Merancang skenario pembelajaran sesuai karakteristik kompetensi yang hendak dicapai dan tingkat keberagaman yang ada.*

Dengan telah teridentifikasinya sejumlah pengalaman belajar yang harus dialami agar seseorang mencapai suatu kompetensi, maka skenario pembelajaran dapat dirancang. Dalam pembelajaran kontekstual, skenario pembelajaran merupakan alur menciptakan kondisi pembelajaran sehingga siswa dapat meng-*aransemen* pengalaman, pengetahuan, keterampilan, nilai-nilai, budaya, dan lingkungannya dalam konteks kehidupan nyata sehingga menghasilkan komposisi bermakna dalam wujud kompetensi. Dalam skenario

pembelajaran terlihat bagaimana seorang guru memfasilitasi tersedianya ruang yang luas bagi siswa untuk beraktivitas dalam membangun pengetahuannya sendiri.

3. *Memilih atau merancang model pembelajaran sesuai skenario yang telah disusun.*

Berdasar skenario yang telah dirancang, dipilih atau dikembangkan model pembelajaran yang cocok. Misalnya: pembelajaran kooperatif dipilih bila kompetensi yang hendak dicapai siswa dapat terwujud secara optimal melalui keterampilan-keterampilan sosial; pembelajaran berbasis masalah dipilih bila kompetensi yang hendak dicapai siswa mensyaratkan atau berkaitan dengan tahapan-tahapan *problem solving* atau pemecahan masalah; pembelajaran berbasis proyek dipilih bila kompetensi yang hendak dicapai siswa selain berkaitan dengan tahapan-tahapan pemecahan masalah juga mensyaratkan terintegrasinya berbagai materi atau bidang ilmu dan kolaborasi yang lebih kompleks.

4. *Merancang penilaian yang sesuai dan melakukan evaluasi pembelajaran.*

Sebagaimana telah ditelaah pada bagian sebelumnya bahwa penilaian yang tepat untuk pembelajaran kontekstual adalah penilaian otentik, misalnya penilaian kinerja (*performance*), proyek, dan portofolio.

Penilaian kinerja digunakan untuk memperoleh gambaran seberapa baik seorang siswa dapat menggunakan satu atau lebih informasi yang telah dimiliki untuk melakukan suatu keterampilan, misalnya: melakukan pengamatan, membuat suatu rancangan, presentasi, dan membuat grafik.

Proyek membuat siswa terlibat dalam pemecahan masalah kompleks yang memerlukan integrasi berbagai



materi dan membutuhkan banyak kemampuan dan keterampilan. Portofolio merupakan kumpulan karya terbaik siswa yang memberikan gambaran perkembangan setiap saat. Penyusunan portofolio harus terpadu baik proses maupun isi dan bersifat reflektif, sehingga siswa dan guru dapat melihat gambaran yang luas dan utuh bagaimana seorang siswa membangun kompetensinya, serta melihat efektivitas kinerjanya.

Dalam rangka menumbuhkembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan literasi sains, implementasi pembelajaran kontekstual dapat dioperasionalkan melalui berbagai model pembelajaran konstruktivis. Namun, menurut hemat penulis, ada dua model yang sangat potensial untuk dipilih, yaitu model pembelajaran berdasarkan masalah (*Problem – based Learning/PBL*) dan model pembelajaran berbasis proyek (*Project – based Learning/PjBL*).

PBL atau ada juga yang menyebut *Problem-based Instruction* (PBI) merupakan model pembelajaran yang dirancang untuk melatih keterampilan menyelesaikan masalah, namun permasalahannya harus bersifat otentik, yaitu permasalahan yang bersumber dari kehidupan nyata, kehidupan sehari-hari, atau kehidupan di sekitar peserta didik; misalnya pencemaran lingkungan, sumber energi alternatif, penyakit dan pencegahannya, termasuk wabah Covid-19 yang sekarang sedang melanda dunia. Jika permasalahannya adalah permasalahan akademik, misalnya menyelidiki pengaruh luas penampang kawat terhadap daya hantar listrik dan daya hantar panas, hal tersebut dapat dibelajarkan melalui model pembelajaran kooperatif.

Setelah masalah otentik disepakati untuk dipecahkan, setiap kelompok dituntut merancang solusi pemecahannya. Karena setiap kelompok merancang

sendiri, berdasar ide mereka sendiri, dengan alat dan bahan yang dimiliki, maka sangat mungkin usulan solusi setiap kelompok berbeda-beda. Kondisi ini tentu bagus bagi proses belajar, karena setiap kelompok akan belajar menghargai ide dan pendapat yang mungkin sekali berbeda, memberi masukan yang konstruktif, dan secara bertanggungjawab berdiskusi untuk mempertanggungjawabkan ide atau pendapat yang dipilih. Bahkan di akhir sesi pembelajaran dapat pula dikondisikan agar peserta didik secara individu atau kelompok saling menilai kinerja mereka untuk belajar melakukan penilaian diri dan penilaian sejawat.

Di bawah ini disajikan sintaks atau tahapan model pembelajaran PBI atau PBL yang dirancang untuk memfasilitasi tumbuhkembangnya keterampilan berpikir tingkat tinggi dan literasi sains. Sintaks beserta aktivitas siswa dan guru diadaptasi dari Arends (2001).

**Tabel 1.** Sintaks model Pembelajaran Berbasis Masalah

<b>Fase</b>	<b>Aktivitas Siswa dengan bimbingan Guru</b>
<i>Orient students to the problems</i>	Menemukan masalah dari kehidupan sehari-hari yang akan dipecahkan
<i>Organize students for study</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Merumuskan aktivitas pemecahan masalah yang akan dilakukan dengan menggali ide-ide kreatif</li> <li>• Mengidentifikasi alat/bahan yg ada di sekitarnya untuk keperluan penyelesaian masalah</li> </ul>
<i>Assist independent and group investigations</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan penyelidikan untuk mengumpulkan informasi atau data</li> <li>• Menyajikan data/informasi dengan multirepresentasi</li> <li>• Menganalisis dan merumuskan simpulan</li> </ul>
<i>Develop and present artifacts and exhibits</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyusun laporan, dilengkapi bukti-bukti yang dikumpulkan selama kegiatan</li> <li>• Merancang presentasi berbasis IT</li> </ul>
<i>Analyze and evaluate the problem-solving</i>	Melakukan refleksi (menemukan kelebihan dan kekurangan) selama proses penyelesaian

Fase	Aktivitas Siswa dengan bimbingan Guru
<i>process</i>	masalah

Model pembelajaran PjBL sebenarnya juga memfasilitasi siswa belajar mengatasi masalah otentik atau masalah kehidupan nyata, tetapi lebih kompleks dari PBI atau PBL. Untuk menyelesaikan masalah dalam PjBL diperlukan kolaborasi dan integrasi berbagai materi atau bidang ilmu. PjBL melibatkan banyak pengetahuan dan keterampilan kompleks dengan rentang waktu penyelesaian lebih lama. Oleh karena itu perlu dibuat jadwal penyelesaian proyek, agar dapat dimonitoring dan evaluasi ketercapaian target setiap saat. Penyelesaian masalah dalam model PjBL juga perlu kolaborasi peserta didik dalam menyusun perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan hasilnya. PjBL seringkali berorientasi untuk menghasilkan produk, meskipun produknya tidak selalu wujud fisik, bisa saja berupa program atau hasil kajian yang komprehensif.

Di bawah ini disajikan sintaks atau tahapan model pembelajaran PjBL, untuk memfasilitasi tumbuh-kembangnya keterampilan berpikir tingkat tinggi dan literasi sains. Sintaks beserta aktivitas siswa dan guru diadaptasi dari *The George Lucas Educational Foundation* (2005).

**Tabel 2.** Sintaks model Pembelajaran Berbasis Proyek

Fase	Aktivitas Siswa dengan bimbingan Guru
<i>Start with the essential question</i>	Merumuskan pertanyaan esensial yang berasal dari permasalahan kehidupan sehari-hari
<i>Design a plan for the project</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Merencanakan penyelesaian masalah dan berupaya keras melahirkan ide baru</li> <li>• Menggunakan berbagai pengetahuan dan keterampilan dari berbagai bidang ilmu</li> <li>• Menjelaskan rencana yang dibuat</li> <li>• Mengidentifikasi alat/bahan yg diperlukan, diutamakan yang ada di sekitarnya</li> </ul>
<i>Create a schedule</i>	• Membuat <i>timeline</i> dan target

Fase	Aktivitas Siswa dengan bimbingan Guru
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pembagian tugas tiap anggota kelompok</li> </ul>
<i>Monitor the students and the progress of the project</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa melakukan aktivitas penyelesaian proyek</li> <li>• Menyajikan kemajuan proyek dengan berbagai sajian (multirepresentasi)</li> <li>• Menyusun laporan proyek</li> <li>• Kemajuan proyek dimonitor guru</li> </ul>
<i>Assess the outcome</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menilai ketercapaian target atau kompetensi</li> <li>• Memberikan umpan balik</li> </ul>
<i>Evaluate the experience</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengevaluasi proyek yang dilakukan</li> <li>• Merumuskan temuan baru berdasarkan hasil proyek</li> </ul>

Jika diperhatikan, rumusan sintaks baik pada PBL maupun PjBL tampak jelas berorientasi pada guru. Tetapi, harus dipahami secara hati-hati. Rumusan tersebut hanya mengisyaratkan bahwa gurulah memang yang bertanggungjawab terhadap kelangsungan aktivitas pembelajaran di kelas. Pembelajaran yang terjadi akan berhasil atau tidak mengantarkan siswa pada tujuan instruksional yang telah disusun atau kompetensi yang ditargetkan, memang di bawah pengelolaan guru. Tetapi, subyek yang aktif atau diaktifkan selama proses pembelajaran harus peserta didik. Karena peserta didiklah yang harus merasakan semua pengalaman belajar selama proses pembelajaran. Oleh karena itu kolom sebelah kanan pada Tabel 1 dan Tabel 2 diberi nama “Aktivitas Siswa dengan bimbingan Guru” untuk menguatkan bahwa subyek pada aktivitas dalam kolom tersebut adalah siswa. Guru hanya memberikan bimbingan secukupnya, bukan menuntun, apalagi mendikte.

Tampak pada Tabel 1 dan Tabel 2, siswa dikondisikan aktif secara mandiri: merasakan sendiri hadirnya permasalahan otentik yang akan dipecahkan; merencanakan penyelesaian masalah serta menentukan alat/bahan yang diperlukan; mengumpulkan data atau

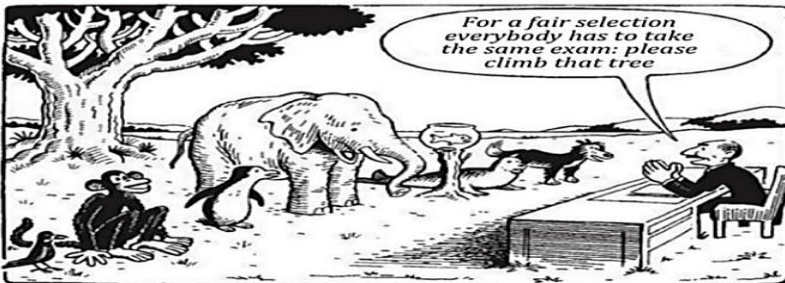
informasi; menganalisis dan mendiskusikan, merumuskan simpulan, bahkan mengevaluasi bagaimana kualitas proses pemecahan masalah yang mereka lakukan. Semua aktivitas di atas dilakukan secara kelompok dan hasilnya dipresentasikan untuk saling mengetahui dan memberikan masukan atau pendapat, sehingga setiap peserta didik yang melibatkan diri secara aktif akan memperoleh pengalaman yang luar biasa secara utuh dari ranah sikap, keterampilan, dan pengetahuan.

Mulai sikap ilmiah jujur, selalu ingin tahu, dan tidak mudah percaya; hingga sikap sosial, misalnya bekerja sama, menghargai pendapat orang lain, dan menyampaikan ide atau tanggapan secara santun. Pada ranah keterampilan tampak jelas tumbuhnya aspek berpikir tingkat tinggi, meliputi berpikir logis, kritis, evaluatif, kreatif, dan solutif sehingga permasalahan otentik dapat diselesaikan. Ketika permasalahan terselesaikan tentu secara konstruktivis terbangun pengetahuan yang utuh dan kuat dalam ranah kognisi peserta didik. Bahkan, seandainya terjadi, ide penyelesaian masalah yang dipilih ternyata tidak menghasilkan solusi sebagaimana yang diharapkan, peserta didik tetap tidak rugi. Pengalaman belajarnya telah mengonstruksi “pengetahuan yang gagal” yang sangat bermakna dan tidak akan terlupakan sepanjang pengembangan kognisinya. Semua pengalaman belajar di atas tentu membentuk pribadi yang berpengetahuan utuh, mampu menggunakan dalam konteks kehidupan nyata dengan sikap yang bijaksana. Itulah pribadi yang memiliki keterampilan berpikir tinggi dan literasi sains.

# BAB 5

## ***MEANINGFUL ASSESSMENT***

*Meaningful assessment* diartikan sebagai asesmen atau penilaian yang bermakna. Stoker, *et.al* (2014) menyatakan penilaian yang bermakna sangat penting dalam pendidikan, khususnya untuk dua hal, yaitu mengukur capaian pembelajaran secara efektif dan memformulasikan pengembangan yang tepat dan berkesinambungan. Pertanyaan sederhananya, apakah yang dimaksud dengan penilaian bermakna itu? Kriteria apakah yang dapat digunakan untuk menginterpretasi suatu penilaian itu bermakna atau tidak? Untuk memulai deskripsi, di bawah ini disajikan sindiran dalam bentuk kartun terhadap proses penilaian pendidikan, sebagaimana ditunjukkan Gambar 9.



### **Our Education System**

*"Everybody is a genius. But if you judge a fish by its ability to climb a tree, it will live its whole life believing that it is stupid."*

*- Albert Einstein*

Gambar 9. Sindiran sistem penilaian pendidikan

(<https://www.psychologytoday.com>)

Tampak pada Gambar 9, demi keadilan maka semua peserta seleksi harus menerima ujian yang sama, yaitu memanjat pohon. Yang menarik adalah pesan bijak dari ilmuwan hebat Albert Einstein di bawah kartun tersebut. *Jika ikan dinilai dari kemampuannya memanjat pohon, maka ikan akan merasa bodoh sepanjang hidupnya.*

Gambar di atas pasti menimbulkan interpretasi, komentar, atau pertanyaan yang beragam, sesuai kerangka pikir, konsepsi, pengalaman, dan preferensi masing-masing. Kalau dasar seleksinya sudah ditetapkan yaitu kemampuan memanjat pohon, mengapa ikan ikut seleksi? Kalau semua hewan diikutkan seleksi, mengapa tidak dipilih kriteria seleksi universal, yang bisa dilakukan oleh semua hewan? Peserta seleksi yang memaksakan diri atau penyeleksi yang berdalih demi keadilan, tetapi sebenarnya justru bersikap tidak adil? Berbagai pertanyaan, komentar, atau interpretasi lain mungkin bermunculan lebih banyak. Skowron (2019) mengingatkan bahwa upaya menemukan “satu interpretasi yang benar untuk semuanya” sebaiknya dihindari. Setiap interpretasi bisa benar sesuai sudut pandang dan kriterianya masing-masing.

### **Bagaimana penilaian menjadi bermakna?**

Banyak ahli dan peneliti telah menuliskan pendapat dan hasil penelitiannya terkait penilaian yang bermakna. Brantley (2006) menyatakan ketergantungan yang berlebihan pada tes standar untuk menilai hasil belajar peserta didik, dapat merugikan pembelajaran. Jauh lebih bermakna jika di kelas digunakan penilaian alternatif yang lebih otentik. Stoker, *et.al.* (2014) menuliskan bahwa penilaian yang hanya mengutamakan nilai rata-rata sering menyesatkan. Penggunaan kinerja individual dengan deskripsi performan yang rinci terbukti signifikan dalam meningkatkan proses dan hasil belajar peserta didik. Muir (2015) menegaskan agar suatu

penilaian menjadi bermakna, penilaian tersebut harus berdampak pada pembelajaran dan tidak mungkin selesai dalam sekali kegiatan, melainkan harus bersiklus mulai perencanaan, pengumpulan data, melakukan evaluasi, dan membuat perubahan pada perencanaan selanjutnya berdasarkan hasil evaluasi tersebut. Dan, Muliaina (2018) menegaskan pentingnya pelibatan lingkungan dan budaya dalam proses pembelajaran dan penilaian, agar hasil belajar tidak menjadi bencana, asing, dan melemahkan masyarakat sekitarnya.

Beberapa temuan peneliti dan pendapat ahli di atas menegaskan konsep penilaian yang bermakna, sebagaimana dituliskan Johnson & Johnson (2002) dalam bukunya *Meaningful assessment: A manageable and cooperative process*. Menurut Johnson & Johnson, agar penilaian pendidikan, khususnya penilaian hasil belajar menjadi bermakna, harus memperhatikan tiga hal: (a) mampu memberikan manfaat yang nyata bagi pengguna, (b) memiliki prosedur yang jelas sehingga objektif dan dapat dipertanggungjawabkan, dan (c) memberikan arah pada peningkatan kualitas pembelajaran.

Proses pendidikan anak menjadi tanggungjawab bersama. Subyek dalam proses pembelajaran beserta penilaiannya memang siswa atau peserta didik, tetapi pengguna hasilnya tidak hanya peserta didik, melainkan juga orang tua, guru, sekolah, masyarakat, bangsa, dan negara. Karena itu penilaian dalam proses pembelajaran, akan disebut bermakna jika hasil penilaiannya memberikan manfaat yang nyata bagi semua pengguna hasil penilaian tersebut.

Penilaian akan dipercaya dan dapat diterima hasilnya (*credible* dan *acceptable*) jika prosedur dan kriterianya dapat dipertanggungjawabkan. Tahapannya harus jelas, instrumennya valid dan reliabel, dan metode penskorannya mengikuti kaidah yang benar. Selalu ada konsekuensi dari setiap jenis penilaian, baik penilaian tradisional (*paper and pens*), alternatif,



kinerja (*performance*), maupun otentik. Gronlund (2003) menjelaskan semakin otentik suatu penilaian memang semakin bermakna hasil penilaiannya; tetapi semakin kompleks cakupannya dan semakin rumit instrumen, kriteria, serta penskorannya, sehingga berpotensi mengurangi keobjektifannya. Sehingga dalam rangka menjaga kebermaknaan penilaian hasil belajar, perlu dirancang penilaian yang otentik, tetapi objektivitas hasil penilaiannya dapat dipertanggungjawabkan.

Penilaian diawali dengan aktivitas pengukuran. Pengukuran tentu tidak menambah besaran yang diukur. Sebagus apapun meteran dan sesering apapun tinggi badan diukur, tentu tidak akan menyebabkan bertambahnya tinggi badan. Penilaian tidak akan meningkatkan hasil belajar, tetapi penilaian yang dirancang dengan baik akan mampu mendrive pembelajaran yang bermutu, sehingga hasil belajar menjadi berkualitas. Contohnya: Tes tulis yang hanya meminta peserta didik menyebutkan syarat-syarat lampu dapat menyala, mungkin dapat dicapai melalui pembelajaran metode ceramah. Sementara, penilaian otentik yang menagih peserta didik membuat rangkaian listrik hingga lampu dapat menyala, akan “memaksa” proses pembelajaran memberikan pengalaman kepada peserta didik untuk praktik langsung merangkai lampu dengan sumber listrik.

Penilaian berkualitas mengarahkan dan mendorong pembelajaran juga menjadi berkualitas. Dalam pendekatan terkini, penilaian tidak hanya untuk mengukur capaian hasil belajar (*assessment of learning*), melainkan juga menjadi sarana bagi peserta didik untuk melakukan proses belajar (*assessment for learning*), bahkan peserta didik dapat belajar menjadi penilai bagi dirinya sendiri (*assessment as learning*). Menurut Earl (2003) *students are their own best assessors*.

## **Poin penting dalam penilaian yang bermakna: F(4+1)**

Agar tiga karakteristik penilaian bermakna yang disampaikan oleh Johnson & Johnson (2002) muncul dalam penilaian pembelajaran IPA, maka empat poin dan satu bentuk penilaian yang diformulasikan menjadi F(4+1) di bawah ini menjadi penting untuk diperhatikan.

### **a) Otentik-Kontekstual**

Penilaian dalam pembelajaran IPA sekuat tenaga diupayakan bersifat otentik dan kontekstual. Otentik artinya sebagaimana keadaan yang sesungguhnya; kontekstual artinya dikaitkan dengan kehidupan nyata. Jika tidak mungkin riil, karena keterbatasan-keterbatasan tertentu, dapat digunakan animasi atau pemodelan, tetapi menggambarkan keadaan yang sesungguhnya, sebagaimana adanya dalam kehidupan nyata.

Baik penilaian tradisional maupun penilaian kinerja dapat dirancang otentik dan kontekstual, tentu saja dengan penyesuaian-penyesuaian. Penilaian kinerja atau performan memang lebih mudah dirancang otentik-kontekstual, tetapi bukan berarti tes tulis tidak dapat dirancang otentik-kontekstual. Salah satu cara yang efektif untuk membuat suatu penilaian menjadi otentik dan kontekstual adalah dengan menggunakan fenomena kehidupan nyata sebagai konteks penugasan atau menjadi stimulus pertanyaan, sebagaimana terlihat pada soal-soal PISA. Di bawah ini disajikan dua contoh soal PISA terkait pemanfaatan gelombang ultrasonik untuk kedokteran yaitu USG (*ultrasonography*) dan pemanasan global (*global warming*).

## S448: Ultrasound

---

In many countries, images can be taken of a foetus (developing baby) by ultrasound imaging (echography). Ultrasounds are considered safe for both the mother and the foetus.



The doctor holds a probe and moves it across the mother's abdomen. Ultrasound waves are transmitted into the abdomen. Inside the abdomen they are reflected from the surface of the foetus. These reflected waves are picked up again by the probe and relayed to a machine that can produce an image.

---

### Question 3: ULTRASOUND

S448Q03 – 0 1 9

To form an image the ultrasound machine needs to calculate the **distance** between the foetus and the probe.

The ultrasound waves move through the abdomen at a speed of 1540 m/s. What measurement must the machine make so that it can calculate the distance?

.....

.....

.....

---

### Question 4: ULTRASOUND

S448Q04 – 0 1 9

An image of a foetus can also be obtained using X-rays. However, women are advised to avoid having X-rays of their abdomens during pregnancy.

Why should a woman avoid having her abdomen X-rayed during pregnancy in particular?

.....

.....

.....

**Question 5: ULTRASOUND**

S448Q05

Can ultrasound examinations of expectant mothers provide answers to the following questions? Circle "Yes" or "No" for each question.

<b>Can an ultrasound examination answer this question?</b>	<b>Yes or No?</b>
Is there more than one baby?	Yes / No
What colour are the baby's eyes?	Yes / No
Is the baby about the right size?	Yes / No

**Question 10N: ULTRASOUND**

S448Q10N

How much interest do you have in the following information?

*Tick only one box in each row.*

	<i>High Interest</i>	<i>Medium Interest</i>	<i>Low Interest</i>	<i>No Interest</i>
a) Understanding how ultrasound can penetrate your body without harming it	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
b) Learning more about the differences between X-rays and ultrasound	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
c) Knowing about other medical uses of ultrasound	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>

**GREENHOUSE**

*Read the texts and answer the questions that follow.*

**THE GREENHOUSE EFFECT: FACT OR FICTION?**

Living things need energy to survive. The energy that sustains life on the Earth comes from the Sun, which radiates energy into space because it is so hot. A tiny proportion of this energy reaches the Earth.

The Earth's atmosphere acts like a protective blanket over the surface of our planet, preventing the variations in temperature that would exist in an airless world.

Most of the radiated energy coming from the Sun passes through the Earth's atmosphere. The Earth absorbs some of this energy, and some is reflected back from the Earth's surface. Part of this reflected energy is absorbed by the atmosphere.

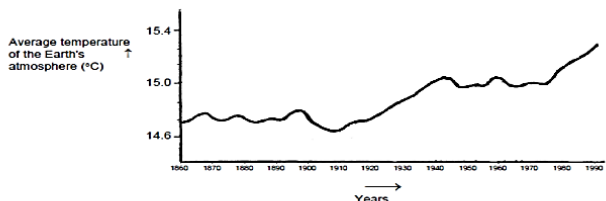
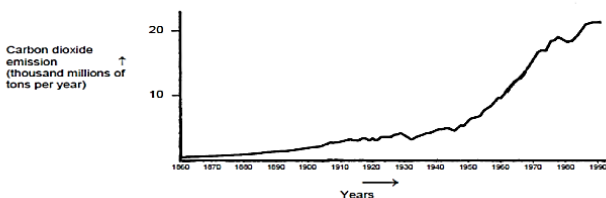
As a result of this the average temperature above the Earth's surface is higher than it would be if there was no atmosphere. The Earth's atmosphere has the same effect as a greenhouse, hence the term *greenhouse effect*.

The greenhouse effect is said to have become more pronounced during the twentieth century.

It is a fact that the average temperature of the Earth's atmosphere has increased. In newspapers and periodicals the increased carbon dioxide emission is often stated as the main source of the temperature rise in the twentieth century.

A student named André becomes interested in the possible relationship between the average temperature of the Earth's atmosphere and the carbon dioxide emission on the Earth.

In a library he comes across the following two graphs.



André concludes from these two graphs that it is certain that the increase in the average temperature of the Earth's atmosphere is due to the increase in the carbon dioxide emission.

**Question 1: GREENHOUSE**

S114Q03-01 02 11 12 99

*Question intent: Using scientific evidence*

What is it about the graphs that supports André's conclusion?

.....

.....

**Question 2: GREENHOUSE**

S114Q04-01 02 03 11 12 13 14 15 21 99

*Question intent: Using scientific evidence*

Another student, Jeanne, disagrees with André's conclusion. She compares the two graphs and says that some parts of the graphs do not support his conclusion.

Give an example of a part of the graphs that does not support André's conclusion. Explain your answer.

.....

.....

**Question 3: GREENHOUSE**

S114Q05-01 02 03 11 12 99

*Question intent: Explaining phenomena scientifically*

André persists in his conclusion that the average temperature rise of the Earth's atmosphere is caused by the increase in the carbon dioxide emission. But Jeanne thinks that his conclusion is premature. She says: "Before accepting this conclusion you must be sure that other factors that could influence the greenhouse effect are constant".

Name one of the factors that Jeanne means.

.....

.....

Ketika peserta didik merespons instrumen penilaian yang menggunakan fenomena otentik-kontekstual, seperti soal PISA di atas, serasa mereka berhadapan dengan dunia nyata, bersentuhan dengan masalah sehari-hari. Maka ketika menjawab pertanyaan, seolah-olah mereka mencari solusi permasalahan nyata yang ada dalam kehidupan mereka.

## **b) HoTs**

Sebagaimana telah diuraikan pada bab sebelumnya, HoTs (*higher order thinking skills*) atau keterampilan berpikir tingkat tinggi mencakup level berpikir menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta (Anderson & Krathwohl, 2001). HoTs tidak berarti rumit dan menyulitkan. HoTs menekankan berpikir logis, kritis, evaluatif, kreatif, dan solutif. Tugas yang memberatkan peserta didik, tetapi dominan menuntut aspek teknis, tidak merangsang menjadi kritis dan kreatif, berarti bukan HoTs. Pertanyaan-pertanyaan IPA yang “rumit”, untuk menjawabnya perlu waktu lama, hitungan matematisnya banyak dan susah, berdarah-darah, tetapi tidak menuntut analisis, berarti bukan HoTs.

Menyelesaikan soal PISA di atas, jelas membutuhkan analisis, antara lain menemukan konsep kunci dalam bacaan, menginterpretasi data/informasi, membaca grafik, dan mengkritisi pendapat kemudian memberikan komentar berbasis data atau informasi. Tentu saja hal tersebut tidak dapat diselesaikan dengan pengetahuan hafalan.

Coba bandingkan dengan soal-soal di bawah ini. Soal pertama tentang gelombang, soal kedua dan ketiga tentang efek rumah kaca, mirip substansinya dengan soal PISA di atas. Tetapi karena formatnya lebih mementingkan perhitungan numerik dan hafalan, tidak menuntut analisis, dan tidak dikaitkan dengan kehidupan nyata, maka penjawab soal tidak merasakan kemanfaatannya dalam kehidupan mereka dan

tidak merangsang berpikir tingkat tinggi. Meskipun bisa jadi tidak dapat menjawab dengan benar, karena tidak hafal rumus, pengertian, atau simbolnya.

Perpindahan vertikal,  $y$  dari gelombang berjalan transversal ditunjukkan dengan persamaan  $y = 6 \sin (10\pi t - 1/2 \pi x)$ , dengan  $x$  dan  $y$  dalam cm dan  $t$  dalam detik.

Berapakah panjang gelombangnya?

- (A) 0,25 cm
- (B) 0,5 cm
- (C) 2 cm
- (D) 4 cm
- (E) 8 cm

Pengertian efek rumah kaca adalah ....

- A. proses penyimpanan panas oleh gas-gas atmosfer
- B. pengaruh suhu terhadap kesuburan tanaman
- C. pengaruh suhu udara terhadap kesehatan manusia
- D. proses pemantauan kondisi suhu Bumi

Gas utama penyebab terjadinya efek rumah kaca adalah ....

- A.  $\text{CO}_2$
- B.  $\text{NO}_2$
- C.  $\text{SO}_2$
- D. CO

*Sebagaimana telah diuraikan di depan, bahwa mengarahkan peserta didik kepada keterampilan berpikir tingkat tinggi adalah hal sangat penting dalam pendidikan (Zohar & Dori, 2003). Keterampilan berpikir tingkat tinggi terbukti mampu membuat setiap individu menyelesaikan*

dengan baik setiap permasalahan yang dihadapinya, akhirnya mampu bertahan pada kondisi apa pun, bahkan sukses dalam kehidupannya. Karena itu harus dilatihkan dalam pembelajaran dan dinilai sepanjang prosesnya. Pembelajaran memang tidak mungkin langsung kompleks dan rumit, harus dimulai dari yang sederhana. Dan, penilaian berfungsi menagih capaian tertinggi yang mampu diraihinya.

### c) Literasi Sains

Sebagaimana uraian pada bab sebelumnya, literasi ilmiah atau literasi sains memiliki dua kata kunci yaitu memahami sains dan menerapkannya dalam kehidupan bermasyarakat. Seseorang yang sangat paham terhadap sains, belum bisa disebut memiliki literasi sains jika belum mampu menerapkan konsep sains yang dipahaminya secara bijaksana dalam kehidupan nyata di masyarakat.

Orang yang memiliki literasi Fisika, akan *care* terhadap fenomena Fisika, meskipun boleh jadi tidak hafal rumus-rumus Fisika, misalnya: tidak akan berkendara dengan kecepatan tinggi di saat musim hujan apalagi ketika melintas di tikungan karena gaya gesek antara roda dan jalan lebih kecil dari biasanya, sehingga rawan slip atau tergelincir; mematuhi himbauan *crew* pesawat terbang untuk tidak menggunakan telepon seluler selama dalam pesawat, karena sinyalnya dapat mengganggu komunikasi pilot dengan otoritas bandara; tidak meletakkan kartu ATM atau kartu elektronik yang sejenis di tempat yang bermagnet karena medan magnet yang kuat berpotensi mengubah konfigurasi *electromagnetic coding* kartu tersebut; atau tidak berteriak-teriak di dalam gua saat berwisata karena suara yang dihasilkan dapat beresonansi hingga menggetarkan dinding gua dan dapat mengakibatkan runtuhnya gua.



Perhatikan dua contoh soal di bawah ini

Sebuah mobil bermassa 4 ton melewati sebuah tikungan jalan. Poros tengah-tengah jalan merupakan bagian lingkaran horizontal dengan jari-jari 30 meter. Bila kemiringan jalan  $37^\circ$  dan koefisien gesekan statis jalan adalah  $\frac{3}{16}$ , maka kecepatan minimum dan maksimum mobil yang diperbolehkan dalam m/s adalah...



Pembalap profesionalpun kalau tidak hati-hati dapat mengalami slip ketika melintas di tikungan, sebagaimana ditunjukkan gambar di atas. Analisislah faktor apa sajakah yang mempengaruhi kecepatan maksimum kendaraan ketika melintas di tikungan? Lengkapilah analisismu dengan gambar dan formula matematis.

Soal pertama lebih menekankan perhitungan matematis. Soal kedua pada akhirnya juga menggunakan representasi matematis, tetapi penyajiannya lebih fisis dibandingkan soal

pertama. Penjawab soal akan lebih merasakan manfaat ilmu Fisika yang dimiliki ketika bertemu soal kedua dibandingkan soal pertama. Penyajian soal dengan menggunakan gambar kasus nyata juga akan meninggalkan memori bahwa penerapan konsep Fisika yang telah dipelajari dapat membantu dirinya berhati-hati sehingga tidak terjadi seperti pada gambar. Ketika seseorang memiliki respek menerapkan pengetahuan yang dimiliki untuk berperilaku lebih baik, itulah pertanda tumbuhnya literasi sains.

Pembelajaran sains di sekolah sejatinya tidak diniatkan untuk mengubah peserta didik menjadi saintis atau ilmuwan, tetapi membentuk perilaku ilmiah dalam diri peserta didik layaknya perilaku saintis atau ilmuwan. Perilaku saintis mencerminkan perilaku-perilaku yang penuh rasionalitas, kepenasaran intelektual, dan gigih mengeksplorasi dan menemukan hal-hal baru. Literasi sains dapat dipandang sebagai perilaku saintis minimal bagi masyarakat umum. Karena itu pembelajaran IPA di sekolah beserta penilaiannya, seyogyanya tidak sekedar menekankan pemahaman terhadap IPA, melainkan bagaimana IPA yang telah dipahami diterapkan dalam kehidupan nyata. Jika pembelajaran IPA di kelas-kelas beserta penilaiannya sudah demikian, literasi sains masyarakat Indonesia secara umum akan meningkat dan peringkat Indonesia dalam studi PISA atau TIMSS secara otomatis akan menjadi lebih baik.

Di era disrupsi, literasi sains juga perlu dibarengi literasi IT dan media, sehingga pemahaman dan penerapan IPA dalam kehidupan nyata didukung kemampuan mengakses teknologi informasi dan pemanfaatan berbagai media secara cerdas dan bijaksana. Era *big data* menyediakan data dan informasi yang melimpah berkaitan dengan IPA, jika tidak dipilah dan dipilih secara cerdas dan bijaksana akan

lebih banyak mendatangkan kerugian, baik secara pribadi bagi peserta didik dalam proses perkembangannya maupun sebagai bagian dari kehidupan masyarakat.

**d) Divergen: *multiresponse* dan *polytomous scoring***

Sebagaimana umumnya dalam proses mengukur, semakin kecil skala suatu alat ukur (berarti semakin banyak skala dalam ukuran yang sama), maka semakin akurat dan presisi hasil pengukurannya. Mengukur waktu dengan *stop watch* lebih akurat dibandingkan menggunakan jam tangan, apalagi menggunakan hitungan “mulut atau jari”. Mengukur panjang benda menggunakan jangka sorong lebih teliti dan presisi dibandingkan dengan mistar atau penggaris, apalagi menggunakan jengkal. Mengapa? Karena dalam rentang waktu atau ukuran panjang yang sama, *stop watch* dan jangka sorong memiliki skala ukur yang lebih banyak dibandingkan yang lain.

Demikian pula pengukuran hasil belajar dalam proses pendidikan, semakin banyak kriteria yang digunakan dalam penilaian, semakin akurat dan presisi hasil penilaiannya (Baker, *et. al*, 2000; Tognolini & Davidson, 2003; Bond & Fox, 2007; Wasis, 2009, 2011, & 2018). Untuk itu diperlukan instrumen penilaian yang bersifat divergen (memunculkan banyak tanggapan atau jawaban yang berbeda-beda dari peserta didik) dan model penskoran politomus (menggunakan banyak kriteria). Memang membutuhkan usaha keras dalam pengembangan instrumen dan pedoman penskorannya, karena semakin banyak respons, semakin banyak kriteria, perlu usaha keras untuk memberikan deskripsi yang jelas dan terukur pada setiap kriteria tersebut; tetapi yakinlah hasil penilaiannya akan semakin akurat dan bermakna.

Instrumen penilaian yang bersifat divergen dan model penskoran politomus dapat diterapkan dalam tes tulis maupun penilaian kinerja. Di lapangan sering digunakan penskoran politomus model *rating scale* untuk menilai kinerja, seperti ditunjukkan di bawah ini.

No	Aspek yang dinilai	Skor		
		1	2	3
1	Merangkai alat			
2	Pengamatan			
3	Data yang diperoleh			
4	Kesimpulan			

Keterangan: 1 = Jelek      2 = Cukup      3 = Baik

Aspek yang dinilai	Skor		
	1	2	3
<b>Merangkai alat</b>	Rangkaian alat tidak benar	Rangkaian alat benar, tetapi tidak rapi atau tidak memperhatikan keselamatan kerja	Rangkaian alat benar, rapi, dan memperhatikan keselamatan kerja
<b>Pengamatan</b>	Pengamatan tidak cermat	Pengamatan cermat, tetapi tidak mengandung interpretasi	Pengamatan cermat dan bebas interpretasi
<b>Data yang diperoleh</b>	Data tidak lengkap	Data lengkap, tetapi tidak terorganisir, atau ada yang salah tulis	Data lengkap, terorganisir, dan ditulis dengan benar
<b>Kesimpulan</b>	Tidak benar atau tidak sesuai tujuan	Sebagian kesimpulan ada yang salah atau tidak sesuai tujuan	Semua benar atau sesuai tujuan

Gambar 9. Penskoran model *rating scale*

Instrumen pada Gambar 9 digunakan untuk menilai keterampilan peserta didik dalam melakukan percobaan. Instrumen pada Gambar 9 atas, tidak dilengkapi deskriptor. Skor 1, 2, dan 3 dimaknai kualitas kinerja peserta didik jelek, cukup, dan baik. Instrumen pada Gambar 9 bawah, dilengkapi

dengan deskriptor kapan kinerja peserta didik diberikan skor 1, 2, dan 3. Instrumen pada Gambar 9 atas, lebih mudah dikembangkan dan banyak ditemukan di lapangan, tetapi berpotensi menghasilkan penilaian yang tidak adil, apalagi jika kemampuan yang sama dinilai oleh guru yang berbeda. Kriteria baik untuk tugas “merangkai alat” dari guru satu belum tentu sama dengan guru yang lain. Analog mengukur panjang menggunakan mistar dan jengkal. Hasil pengukuran menggunakan mistar dapat dipertanggungjawabkan, sedangkan pengukuran dengan jengkal akan sangat bergantung pada jengkal setiap orang yang melakukannya. Penggunaan instrumen dan penskoran yang tidak jelas dan tidak terukur dalam penilaian pendidikan, akan memberikan hasil pengukuran dan penilaian yang tidak akuntabel dan tidak bermakna. Ketika melakukan penilaian dengan *rating scale*, sudah seharusnya dilengkapi dengan rubrik yang jelas dan terukur agar hasil penilaiannya akurat.

#### e) Penilaian Proyek

Hibbard (2002) dan Garza (2011) menyatakan proyek (*project assessment*) merupakan salah satu bentuk penilaian kinerja atau performan yang mengintegrasikan pengetahuan, keterampilan, dan sikap melalui tugas yang bermakna dan menarik bagi peserta didik. Dengan mengintegrasikan tugas dan penilaian proyek ke dalam kelas, guru menciptakan lingkungan pembelajaran yang dinamis, yang melibatkan peserta didik secara aktif, merangsang keterampilan berpikir tingkat tinggi, dan memberi peserta didik tanggung jawab untuk pembelajaran mereka sendiri.

Proyek mencakup tiga bagian, yaitu perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan. Semua aktivitas dalam tiga bagian tersebut dilakukan sendiri oleh peserta didik secara kelompok. Dalam perencanaan tentu muncul berbagai

ide/gagasan. Setiap gagasan harus didiskusikan secara kritis hingga ditemukan gagasan yang paling optimal untuk dilaksanakan. Untuk menguji dan mewujudkan gagasan, peserta didik merancang tindakan dan menentukan alat dan bahan yang sesuai. Saat pelaksanaan, peserta didik mendapatkan berbagai data dan informasi yang harus dianalisis untuk memperoleh kesimpulan dan disajikan dalam bentuk laporan baik tertulis maupun lisan melalui presentasi.

Jelaslah bahwa penilaian proyek mencakup dimensi pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Dengan berbagai aktivitas proyek di atas, juga jelas terlihat bahwa penilaian bentuk proyek menuntut keterampilan 4C yang dibutuhkan abad XXI, yaitu *critical*, *creative*, *collaboration*, dan *communication* (Partnership for 21st Century Skills, 2011). Bahkan untuk era sekarang 4C saja belum cukup; dibutuhkan integrasinya dalam bentuk *collaborative-creative thinking* (CCT), *collaborative-problem solving*, dan sejenisnya. Menjadikan individu kritis dan kreatif memang penting, tetapi jika tidak mampu bekerjasama dan berkomunikasi dengan baik dalam tim yang saling menguatkan, produktivitasnya tidak akan maksimal, justru berpotensi melahirkan kompetisi yang tidak sehat dan membahayakan.

Jika penilaian dalam pembelajaran IPA sudah menerapkan bentuk proyek dan dirancang dengan baik, sebenarnya empat poin penting di atas, yaitu: otentik dan kontekstual, berpikir tingkat tinggi, literasi sains, multirespons dan penskoran politomus sudah muncul secara terpadu. Bahkan penilaian bentuk proyek dapat dirancang lintas mata pelajaran, lintas bidang, sehingga satu proyek dapat mewujudkan sejumlah kompetensi dari beberapa mata pelajaran/beberapa bidang, sehingga efisien dari segi waktu, biaya, dan tenaga; serta efektif membentuk kompetensi secara utuh. Bisa dikembangkan lagi sebagai kegiatan tahunan di sekolah atau lembaga pendidikan yang lain. Semua produk

proyek peserta didik dikonteskan, dan mengundang orang tua, masyarakat, serta instansi pemerintah dan lembaga lain yang terkait, sehingga penilaian menjadi bermakna dan memiliki daya ungkit yang kuat.

# BAB 6

## BAGAIMANA MERANCANG PEMBELAJARAN DAN PENILAIAN HOTS & LITERASI SAINS?

Pada bagian ini diformulasikan poin-poin utama yang perlu diperhatikan dalam merancang pembelajaran dan penilaian berpikir tingkat tinggi dan literasi sains. Deskripsi mengacu pada kurikulum berbasis kompetensi, di mana acuan utama dalam merancang pembelajaran beserta penilaiannya adalah kompetensi yang akan dicapai.

Secara garis besar, di bawah ini disajikan tahapan dan poin-poin penting yang perlu diperhatikan dalam merancang pembelajaran dan penilaian berpikir tingkat tinggi dan literasi sains, dan di bagian akhir bab ini disajikan contoh perangkat pembelajaran untuk pendidikan dasar dan menengah.

### 1. Mengidentifikasi kompetensi yang akan dicapai

Pembelajaran dan penilaian merupakan satu kesatuan yang tidak bisa dipisahkan dalam perancangannya. Proses pembelajaran dan penilaian mengacu pada “sesuatu” yang akan dicapai. Dalam kurikulum berbasis kompetensi, “sesuatu” yang harus dicapai peserta didik diformulasikan dalam bentuk Kompetensi Dasar (KD). Kompetensi dasar merupakan ukuran minimal kompetensi yang wajib dicapai oleh peserta didik. Karena ukuran minimal, maka KD tidak dapat dikurangi tetapi dapat dinaikkan sesuai kondisi satuan pendidikan.



Mungkin tidak semua KD dalam Standar Isi yang telah ditetapkan oleh Pemerintah menuntut berpikir tingkat tinggi dan literasi sains. Tentu sudah disusun dengan hirarki rendah ke tinggi sesuai karakteristik materi, tingkat perkembangan peserta didik, serta peluang keterpenuhan sumber daya yang ada di sekolah dan lingkungan sekitarnya. Guru sebelum mengembangkan perangkat pembelajaran dan instrumen penilaian, pertama kali yang harus dilakukan adalah menganalisis KD. Guru harus mengidentifikasi KD-KD manakah yang secara eksplisit menuntut pengembangan berpikir tingkat tinggi dan literasi sains. Strategi sederhana yang dapat dipilih adalah dengan melihat kata kerja operasional (KKO) yang digunakan dalam rumusan KD tersebut dan kondisi yang pembelajaran dan penilaian yang ditetapkan. Misalnya: dalam ranah pengetahuan, jika KKO yang digunakan dalam rumusan KD adalah menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta, beserta kata kerja turunannya, misalnya menguraikan, mempertanyakan, memberikan kritik, merumuskan, dan lain-lain, berarti pembelajaran dan penilaiannya wajib HOTS. Demikian pula dalam ranah keterampilan, jika KKO yang digunakan dalam KD adalah menyelidiki, melaporkan, membuat produk, mempresentasikan, dan lain-lain, berarti pembelajaran dan penilaian performannya harus HOTS.

Apalagi jika di dalam rumusan KD tersebut secara eksplisit disebutkan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari, maka perhatian guru terhadap pendekatan pembelajaran kontekstual menjadi wajib. Dengan pendekatan pembelajaran kontekstual, literasi sains akan berkembang, seiring berkembangnya berpikir tingkat tinggi.

## 2. Merumuskan tujuan pembelajaran dan indikator pencapaian kompetensi

Perlu dipahami bahwa langkah-langkah pembelajaran dan tagihan penilaian memang sangat erat kaitannya, tetapi tidak sebangun. Pembelajaran mengacu pada tujuan pembelajaran, sedangkan penilaian mengacu pada indikator pencapaian kompetensi. Sudah sewajarnya, belajar selalu dimulai dari yang mudah ke yang lebih kompleks. Dalam kurikulum berbasis kompetensi, sejatinya guru diberi kemerdekaan sepenuhnya untuk merancang pembelajaran di kelas. Metodenya apa, sumber belajar dan sumber informasi dari mana, *on-line* atau *off-line*, menggunakan media atau tidak, berapa waktu yang diperlukan, yang penting KD sebagai ukuran minimal harus tercapai oleh peserta didik. Sehingga rumusan tujuan pembelajaran sangat bergantung pada RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran) yang dipilih guru dengan memperhatikan kondisi peserta didik, sekolah, sarana-prasarana, dan lain-lain.

Sementara, karena pertimbangan waktu dan sumber daya yang lain, indikator pencapaian kompetensi harus dipilih yang esensial saja sesuai tagihan KD. Jika waktu dan sumberdayanya cukup, sehingga penilaian juga menagih capaian setiap langkah pembelajaran, sebenarnya tidak masalah. Namun perlu hati-hati dalam menganalisis keberhasilan atau ketuntasan belajar peserta didik. Untuk memperjelas, diberikan gambaran di bawah ini.

Seorang guru membelajarkan KD yang menuntut level kognitif C4, misalnya menganalisis. Guru tersebut merumuskan 10 tujuan pembelajaran dan 10 indikator pencapaian kompetensi, kebetulan rumusan keduanya sebangun, yaitu menggunakan KKO sama atau sejenis. Rumusan tujuan pembelajaran dan indikator nomor 1-8

menagih level kognitif di bawah C4, hanya indikator nomor 9 dan 10 yang berlevel C4. Jika seorang peserta didik merespons benar semua instrumen penilaian yang mengacu indikator 1-8, tetapi salah dalam merespons instrumen penilaian nomor 9 dan 10, maka peserta didik tersebut mendapat nilai 80 (asumsi: nilai setiap item penilaian 10). Jika KKM (kriteria ketuntasan minimal) KD tersebut 75, seolah-olah peserta didik tersebut tuntas, pada hal dia sama sekali tidak berhasil memenuhi tagihan 2 item yang sesuai KD. Karena itu perlu kehati-hatian dalam merumuskan indikator, dan sebaiknya dipilih yang esensial saja sesuai tagihan KD.

Secara ideal rumusan tujuan pembelajaran dan indikator memenuhi kaidah ABCD (*audience, behaviour, condition, dan degree*). *Audience* adalah peserta didik. *Behaviour* adalah perilaku yang harus dilakukan atau dipenuhi peserta didik, ditandai dengan pilihan kata kerja operasional, misalnya membandingkan, memberikan kritik, merumuskan, merancang, memproduksi, dan sejenisnya. Dalam pembelajaran dan penilaian HoTs dan literasi sains berarti tidak cukup jika menggunakan kata kerja menyebutkan, menjelaskan, atau menghitung, yang tidak menuntut analisis, daya kritis, atau kreativitas. *Condition* adalah kondisi yang diberikan saat pembelajaran atau penilaian. Kondisi pembelajaran misalnya: membaca buku, berdiskusi, praktikum, wawancara dengan masyarakat, dan lain-lain; sedangkan kondisi penilaian misalnya: disajikan tabel, grafik, atau fenomena. *Degree* adalah derajat yang harus dicapai atau ditagih, misalnya tiga contoh, dua manfaat, dalam kehidupan sehari-hari, dan lain-lain.

Ralph Tyler dalam Anderson & Krathwohl (2001) menyatakan bahwa komponen utama rumusan tujuan pembelajaran adalah *behaviour* (perilaku) dan *content* (isi).

Jika dikaitkan dengan revisi taksonomi Bloom, maka perilaku (*behaviour*) direpresentasikan oleh dimensi proses kognitif (C1: mengingat, C2: memahami, C3: menerapkan, C4: menganalisis, C5: mengevaluasi, dan C6: mengreasi); sedangkan isi (*content*) direpresentasikan oleh dimensi pengetahuan (faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif sesuai bidang ilmunya masing-masing).

### 3. Mengidentifikasi fenomena kehidupan nyata sebagai konteks pembelajaran dan penilaian

Sebagaimana telah diuraikan pada bagian sebelumnya bahwa pembelajaran dan penilaian HOTS serta literasi harus bersifat kontekstual agar bermakna nyata. Karena itu sebelum mengembangkan skenario pembelajaran dan merumuskan instrumen penilaian, guru harus mencari fenomena kehidupan nyata yang dapat digunakan sebagai konteksnya. Penggunaan fenomena sebagai konteks tersebut dapat dilakukan dengan mengadopsi (menggunakan langsung sesuai aslinya), mengadaptasi (menggambil tetapi melakukan modifikasi pada bagian tertentu sesuai keperluan), atau mengreasi (mengembangkan baru karena tidak ditemukan fenomena yang sesuai). Penting untuk diperhatikan aturan atau etika ilmiah, jika mengadopsi dan mengadaptasi, yaitu harus menyebutkan sumbernya.

Pada era teknologi informasi seperti sekarang ini, sudah relatif mudah untuk mencari fenomena kehidupan nyata baik berupa berita, foto, gambar, data, video, dan lain-lain yang dapat diunduh secara gratis dari internet. Konteks tersebut juga mulai dari skala lokal, nasional, maupun global. Dalam pembelajaran konteks kehidupan nyata dapat digunakan saat memberikan motivasi, saat kegiatan inti, atau saat memberikan penguatan. Dalam

pengembangan instrumen penilaian, fenomena fenomena kehidupan nyata digunakan sebagai konteks tugas atau stem soal seperti yang ditunjukkan soal-soal PISA.

#### **4. Mengembangkan perangkat pembelajaran**

Perangkat pembelajaran utama yang harus dikembangkan oleh guru adalah RPP dan instrumen penilaian. RPP pada hakikatnya adalah skenario yang akan dilakukan guru di kelas dalam rangka memfasilitasi peserta didiknya belajar secara optimal. Isi skenario tentu saja bergantung pada kompetensi apa yang akan dicapai, sumber daya apa saja yang dimiliki dan tepat untuk dipilih dalam memfasilitasi peserta didik, berapa lama waktu yang kira-kira diperlukan, perilaku peserta didik seperti apa yang ingin ditumbuhkembangkan, dan bagaimana guru akan mengukur peserta didiknya telah mencapai kompetensi tersebut atau belum? Jika dicermati, berarti skenario itu sebenarnya akan lebih mudah disusun ketika semua hal yang diperlukan selama proses pembelajaran dan penilaian sudah dimiliki. Bukan sebaliknya.

Ketika RPP ditulis sederhana dalam format satu halaman, maka semua dokumen, alat/bahan, dan media/sumber belajar yang mendukung, serta kisi-kisi dan instrumen wajib dilampirkan, sebagai bukti bahwa skenario tersebut telah disiapkan dengan baik. Meskipun performan guru di depan kelas belum tentu sama persis dengan skenario yang telah disiapkan, karena berbagai kondisi yang tidak terduga. Guru memang harus profesional dan memiliki seni mengajar, sehingga ketika harus berimprovisasi di depan kelas, tetap menunjukkan kinerja yang optimal.

Contoh perangkat pembelajaran IPA dengan pendekatan pembelajaran kontekstual dan penilaian yang memfasilitasi berkembangnya berpikir tingkat tinggi dan literasi sains disajikan pada Lampiran buku ini.

# BAB 7

## PENUTUP

Sudah terlalu sering diekspos masih rendahnya capaian siswa Indonesia dalam bidang IPA, utamanya berdasarkan hasil studi internasional TIMSS dan PISA. Hasil tersebut sebenarnya tidak sertamerta mutlak mewakili mutu seluruh siswa Indonesia. Sejumlah siswa Indonesia nyatanya terbukti mampu memenangkan berbagai kompetisi internasional. Variasi kualitas siswa dan beragamnya kondisi sekolah di berbagai wilayah Indonesia antara lain dijadikan argumentasi penyumbang rendahnya hasil pembelajaran IPA dalam dua studi internasional tersebut.

Tetapi, benarkah rendahnya capaian TIMSS dan PISA tersebut sama sekali tidak mencerminkan potret hasil pembelajaran IPA kita? Analisis lanjutan terhadap studi tersebut dan sejumlah penelitian sejenis memberikan hasil yang cenderung menguatkan (Nur, dkk, 2011; Khaerudin, dkk., 2016; Prayogi, dkk, 2018; Limatahu, dkk, 2018, Sunarti, dkk., 2018; dan Wasis, 2019), bahwa keterampilan berpikir tingkat tinggi, keterampilan proses, dan level literasi sains di Indonesia perlu ditingkatkan secara sungguh-sungguh. Level pemahaman secara empiris terbukti “sehat” dan mampu bersaing secara internasional, tetapi penalaran dan penyelesaian masalah non rutin terdiagnosis ber“penyakit”, dan obatnya adalah peningkatan kualitas pembelajaran di kelas disertai model penilaian yang bermakna.

Perlu komitmen kita semua untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan penilaian IPA. Komitmen pemerintah, masyarakat, orang tua, guru, dan dosen bidang IPA, dan terutama peserta didik yang sedang bertumbuh

melalui proses pembelajaran. Komitmen untuk meyakini bahwa yang utama dalam pendidikan dan urgensi pembelajaran serta penilaian secara hakiki bukanlah angka-angka yang tertulis dalam rapor, transkrip nilai, atau ijazah, melainkan kompetensi mereka membangun sendiri pengetahuan dan keterampilan, serta cara mereka bersikap dan berperilaku dalam kehidupan nyata, sehingga mampu menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang telah dimiliki untuk menyelesaikan setiap permasalahan yang dihadapi, serta mampu berkontribusi dalam penyelesaian masalah-masalah lebih besar yang ada di sekitarnya.

Pendekatan pembelajaran kontekstual yang berciri konstruktivis dan senantiasa mengaitkan materi pembelajaran dengan kehidupan nyata, sangat tepat untuk diterapkan dalam rangka menumbuhkembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan literasi sains peserta didik. Dan, harus didukung dengan sistem penilaian yang bermakna, sehingga hasil pembelajaran benar-benar dirasakan manfaatnya oleh peserta didik dan seluruh komponen yang terlibat dalam proses pendidikan.



## Daftar Pustaka

- Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R. (eds.). (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- Arend, R.I. (2001). *Learning to teach (5<sup>th</sup> ed.)*. Boston: McGraw-Hill Comp., Inc.
- Badders, W., Bethel, L.J., Fu, V., Peck, D., Summers, C., dan Valentino, C. (1996). *Discovery Works*. Parsippany, NJ: Silver Burdett Ginn.
- Baker, J. G., Rounds, J. B., & Zeron, M. A. (2000). A comparison of graded response and rasch partial credit models with subjective well-being. *Journal of Educational and Behavioral Statistic*, 25(3), 253-270.
- Blancard, A. (2001). *Contextual Teaching and Learning*. B.E.S.T.
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2007). *Applying the rasch model: Fundamental measurement in the human sciences (2<sup>nd</sup> ed.)*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Brantley, D. K. (2006). Meaningful Assessment Promotes Meaningful Learning. *Wisdom in Education*, 2(1), Article 12, pp 1-4.
- Brookhart, S. M. (2010). *How to Assess Higher Order Thinking in Your Classroom*. Alexandria: ASCD.
- Christensen, C. M. (1997). *The innovator's dilemma when new technologies cause great firms to fail*. Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press.
- Earl, L. M. (2003). *Assessment as learning using classroom assessment to maximize student learning*. Experts in assessment. Series editors: Thomas R Guskey dan Robert J.Marzano. Thousand Oaks, California: Corwin Press, Inc.
- Forster, M. (2004). Higher order thinking skills. *Research Development* 11. pp 1-6
- Garza, A. M. E. D. (2011). *A guidebook for assessing learning*. Mexico: Empresas Ruz
- Gerace, W. J. & Beatty, I. D. (2005). Teaching vs. Learning: Changing perspectives on problem solving in physics instruction. *The 9<sup>th</sup> Common Conference of the Cyprus Physics Association and Greek Physics Association*. Cyprus, Feb 4-6 2005.
- Gronlund, N.E. (2003). *Assessment of student achievement (7<sup>th</sup> ed.)*. Boston: Allyn and Bacon.

- Handini, D., Gusrayani, D., Panjaitan, R. L. (2016). Penerapan model *contextual teaching and learning* meningkatkan hasil belajar siswa Kelas IV pada materi gaya. *Jurnal Pena Ilmiah*, 1(1), pp. 451-460.
- Hibbard, K. M. (2002). *Performance assessment in the science classroom*. New York: GLENCOE McGraw-Hill.
- Holbrook, J & Rannikmae, M. (2009). The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*. 4(3). Pp. 275-288.
- Ince, E. (2018). An Overview of Problem Solving Studies in Physics Education. *Journal of Education and Learning*. 7(4). pp. 191-200.
- Johnson, D. W. & Johnson, R. T. (2002). *Meaningful assessment: A manageable and cooperative process*. Boston: Allyn and Bacon.
- Johnson, E.B. (2002). *Contextual Teaching and Learning*. California: Corwin Press, Inc.
- Joni, T. R. (2000). Memicu perbaikan pendidikan melalui kurikulum dalam kerangka pikir desentralisasi. Dalam Sindhunata (Ed): *Membuka masa depan anak-anak kita*. Yogyakarta: Kanisius.
- Khaeruddin, Nur, M., & Wasis. (2016). Fostering critical thinking skills through optimizing science process skills in physics learning. *Journal of Research and Method in Education*. 6(6), (Nov-Dec. 2016), 103-108.
- Kompasiana.com. (2013). UN curang, ujian kejujuran dan loyalitas guru. 18 Juli 2013.
- Laugksch, C. R. (2000). Scientific literacy: A conceptual overview. *Science Education*. 84(1), 71 - 94.
- Levy, F. (2010). *How technology changes demands for human skills?* OECD Education Working Paper No. 45. Artikel tersedia di [www.oecd.org/education/skills-beyond-school/](http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/).
- Limatahu, I., Wasis, Suyatno, & Prahani, B. K. (2018). Development of CCDSR teaching model to improve science process skills of pre-service physics teachers. *Journal of Baltic Science Education*. 17(5), pp 812-827.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Foy, P., dan Stanco, G.M. (2012). *TIMSS 2011 International Results in Science*. Boston College, Chestnut Hill: TIMSS & PIRLS International Study Center.
- Moyer, R., Daniel, L., Hackett, J., Baptiste, H.P., Stryker, P., dan Vasquez, J. (2002). *Science, Unit E and Unit F*. New York: Macmillan/McGraw-Hill.

- Muchlas. (2011). Merenungkan kembali arah pendidikan. Dalam Sirikat Syah & Martadi (Ed): Rekonstruksi pendidikan, Kumpulan pemikiran tentang perlunya merekonstruksi pendidikan di Indonesia. Surabaya: Unesa University Press.
- Muir, G. M. (2015). Mission-driven, manageable and meaningful assessment of an undergraduate neuroscience program. *The Journal of Undergraduate Neuroscience Education*. Summer 2015, 13(3), pp A198-A205.
- Muliaina, T. (2018). In search of meaningful assessment in the university curriculum: the case for culturally relevant pedagogy. *Australian Geographer*, March 2018, pp 1-19.
- Murnane, R. J. (2008). *Preparing to thrive in 21<sup>st</sup> century America*. Presentation to The Mobile Area Education Foundation. Artikel tersedia di [www.maef.net](http://www.maef.net).
- National Committee on Science Education Standards and Assessment. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Nur, M., Yuni, S. R., Isnawati, dan Wasis. (2011). Pengembangan Perangkat Pembelajaran IPA SD untuk Memberi Kemudahan Guru Mengajar dan Siswa Belajar IPA dan Keterampilan Berpikir. *Laporan penelitian Hibah Kompetensi Lanjutan*. Tidak diterbitkan.
- Nur, M., Yuni, S. R., Isnawati, dan Wasis. (2001). Pengembangan Perangkat Pembelajaran MIPA untuk Siswa SLTP Kategori Kontekstual Cawu 1. *Laporan Penelitian*. Tidak diterbitkan.
- OECD. (2000). *Measuring student knowledge and skills. A new framework for assessment*. Paris: OECD.
- OECD. (2006). *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006*. Paris: OECD.
- OECD. (2006). *PISA released items science*. Australia: ACER.
- OECD. (2014). *PISA 2012 Results in Focus. What 15-years-old know and what they can do with what they know?* Paris: OECD.
- OECD. (2018). *PISA 2015: Results in focus*. Paris: OECD.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Assessment and analytical framework*. Paris: OECD Publish.
- Palmer, J. A. (eds) (2003). *50 Pemikir Pendidikan, dari Piaget sampai masa sekarang*. Terjemahan. Jakarta: Jendela.
- Partnership for 21<sup>st</sup> Century Skills. (2011). *Framework for 21<sup>st</sup> Century Learning*, [www.p21.org](http://www.p21.org).

- Prayogi, S., Yuanita, L., & Wasis. (2018). Critical inquiry based learning: A model of learning to promote critical thinking among prospective teachers of physic. *Journal of Turkish Science Education*. 15(1), March 2018, pp 43-56.
- Puspindik. (2010). *Puspindik: Jembatan informasi pusat penilaian pendidikan*. April 2010.
- Puspindik. (2013). *Asesmen: Media informasi & komunikasi penilaian pendidikan*, April 2013.
- Rachman, A. (2003). Mengkaji ulang ukuran keberhasilan pendidikan di Indonesia. Dalam Ronisef, Irawan, Sunaryanto, dan Untung (Ed): *Mengurai benang kusut pendidikan, Gagasan para pakar pendidikan*. Jakarta: Transformasi UNJ dan Pustaka Pelajar.
- Rahayu, S., Rasna, I. W., dan Artawan, G. (2013). Penerapan model pembelajaran kontekstual dalam pembelajaran menulis pada siswa Kelas XII SMKN 1 Denpasar. *e-Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha Program Studi Pendidikan Bahasa dan Sastra Indonesia*. Volume 2. pp. 1-13.
- Semiawan, C. (2000). Relevansi Kurikulum Pendidikan Masa Depan dalam Sindhunata (Ed) *Membuka Masa Depan Anak-anak Kita*. pp:19-31 Jogjakarta: Penerbit Kanisius.
- Skowron, P. (2019). Giving substance to the best interpretation of will and preferences. *International Journal of Law and Psychiatry*. 62 (2019), pp 125-134.
- Stoker, G., Blair, J., and Sobiesk, E. (2014). *Meaningful Assessment*. Conference Paper. SIGITE'14, October 15–18, 2014, Atlanta, Georgia, USA.
- Sumarna. S. (2004). *Peningkatan Pendidikan MIPA dalam Master Plan Pendidikan Indonesia 2005-2009*. Makalah disampaikan dalam Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA tanggal 2 Agustus 2004, kerjasama FMIPA UNY, Ditjen Dikti Depdiknas, dan IMSTEP-JICA.
- Sunarti, T., Wasis, Madlazim, Suyidno, & Prahani, B. K. (2018). The effectiveness of CPI model to improve positive attitude toward science (PATS) for pre-service physics teacher. *Conference Series: Journal of Physics*. 997(2018), pp 1742-6596.
- The George Lucas Educational Foundation. (2005). *Instructional module project based learning*. Diunduh dari <http://www.edutopia.org/modules/-PBL/whatpbl.php>

- Tognolini, J., & Davidson, M. (2003). *How do we operationalise what we value? Some technical challenges in assessing higher order thinking skills*. Makalah disajikan dalam the Natinaonal Roundtable on Assessment Conference. Darwin, Australia.
- Wasis (2006). *Contextual Teaching and Learning (CTL) dalam Pembelajaran Sains-Fisika SMP*. *Cakrawala Pendidikan*, XXV(1). Pp. 1-16.
- Wasis, Kumaidi, Bastari, Mundilarto, and Wintarti, A. (2018). Analytical weighting scoring for physics multiple correct items to improve the accuracy of students' ability assessment. *Eurasian Journal of Educational Research*, 76 (2018), 187-202.
- Wasis, Yuni, S.R., Suyono, Novita, D. (2018b). Characterizes instrument for assessing higher order thinking skills & scientific literacy. *11<sup>th</sup> International Conference on Educational Research*, 8-9 September 2018. Thailand: Khon Kaen University.
- Wasis. (2009). Implementasi penskoran politomus pada soal pilihan: Kajian teoritis, empiris, dan simulasi. *Seminar Nasional Himpunan Evaluasi Pendidikan Indonesia (HEPI)*, tanggal 29-30 Januari 2009, di UIN Jakarta.
- Wasis. (2011). Model penskoran *partial credit* pada item *multiple true-false* bidang Fisika. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 15(1), 1-21.
- Wasis. (2011a). Komitmen! Kunci keberhasilan pendidikan karakter. Dalam Sirikat Syah & Martadi (Ed): *Bunga rampai pendidikan karakter, strategi mendidik generasi masa depan*. Surabaya: Unesa University Press.
- Wasis. (2019). Kontribusi keterampilan multirepresentasi dalam pemecahan masalah Fisika: Studi hasil UN Provinsi Jawa Timur Tahun 2016-2018. Didanai Pusat Penelitian Pendidikan, Balitbang Kemendikbud dan disajikan dalam *Diskusi Nasional Pemanfaatan UN*, tanggal 16 September 2019 di hotel Ciputra Jakarta.
- Wasis. (2019). *Meaningful assessment* dalam pembelajaran IPA-Fisika. Pidato pengukuhan guru besar evaluasi pendidikan IPA-Fisika. Surabaya: Unesa.
- Zamroni. (2000). *Paradigma Pendidikan Masa Depan*. Yogyakarta: Bigraf Publisihing.
- Zohar, A. & Dori, Y. J. (2003). Higher order thinking skills and low achieving students: Are they mutually exclusive? *Journal of the Learning Sciences*, 12, 145-181.

## **Lampiran A**

### **Perangkat pembelajaran IPA SD/MI**

## RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

Kelas/Semester	VI / 1	Hari/Tgl	
Pertemuan	1-2	Waktu	4 x 35 menit

Topik	Konduktor dan Isolator Panas
Kompetensi Dasar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membandingkan sifat kemampuan menghantarkan panas dari berbagai benda</li> <li>Menjelaskan alasan pemilihan benda dalam kehidupan sehari-hari berdasarkan kemampuan menghantarkan panas</li> </ul>
Tujuan Pembelajaran	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>mengidentifikasi</i> peralatan dalam kehidupan sehari-hari yang memanfaatkan bahan konduktor dan isolator panas.</li> <li><i>membandingkan</i> sifat hantaran panas berbagai bahan melalui kegiatan penyelidikan</li> <li><i>menjelaskan</i> pemilihan bahan dalam peralatan kehidupan sehari-hari berdasarkan sifat hantaran panas.</li> </ul>

## Langkah-langkah Pembelajaran

Tahap	Kegiatan
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menyampaikan salam, mengecek dan mengondisikan siswa</li> <li>Memotivasi siswa dengan menayangkan video kehidupan hewan di daerah kutub, yang daerahnya tertutup salju, misalnya dapat diunduh pada <a href="https://www.youtube.com/watch?v= TxtBXwfy98">https://www.youtube.com/watch?v= TxtBXwfy98</a>, dan mendiskusikan mengapa tidak kedinginan?</li> <li>Menyampaikan tujuan pembelajaran</li> </ul>
Inti	<ul style="list-style-type: none"> <li>Secara berkelompok siswa melakukan kegiatan penyelidikan [Buku Siswa hal. 28 (Lampiran 1) atau Lembar Kegiatan Peserta Didik (Lampiran 2A)] dan mencatat hasilnya.</li> <li>Beberapa kelompok diminta mempresentasikan hasil kegiatan dan kelompok lain memberikan tanggapan.</li> <li>Siswa berdiskusi dan mengerjakan tugas pada Buku Siswa hal. 30 dan hal. 32, serta Panduan Belajar (Lampiran 2B).</li> <li>Mendiskusikan Salingtemas (Sains, Lingkungan, Teknologi, dan Masyarakat) yang ada dalam Buku Siswa hal. 33, dan mengaitkan dengan fenomena pada video kehidupan hewan di daerah kutub yang disajikan di awal pembelajaran.</li> <li>Siswa dengan bimbingan guru merumuskan poin-poin penting pembelajaran.</li> <li>Melakukan penilaian menggunakan Lembar Penilaian (Lampiran 3).</li> </ul>
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memberikan penghargaan pada siswa atau kelompok yang kinerjanya bagus.</li> <li>Meminta siswa secara mandiri mencoba kegiatan Bina Keterampilan (Buku Siswa hal. 32)</li> </ul>

Referensi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buku Siswa (Lampiran 1) atau buku lain yang relevan</li> <li>LKPD dan Lembar Panduan Belajar (Lampiran 2A; 2B)</li> </ul>
Alat/Bahan/ Media	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alat/bahan Kegiatan Penyelidikan (Buku Siswa hal. 28)</li> <li>Video diunduh dari <a href="https://www.youtube.com/watch?v= TxtBXwfy98">https://www.youtube.com/watch?v= TxtBXwfy98</a></li> </ul>
Asesmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kisi-kisi dan Lembar/Instrumen Penilaian (Lampiran 3).</li> </ul>

Kepala Sekolah  
Alam Semesta

Surabaya, .....  
Guru IPA  
Hafara F

## Konduktor & Isolator Panas



Perhatikan benda-benda dan peralatan rumah tangga pada gambar di samping!

Terbuat dari bahan apakah benda dan peralatan tersebut? Mengapa bahan-bahan tersebut yang dipilih?



Konduktor & Isolator Panas/27





# Kegiatan Penyelidikan

## Panas Merambat

Mengapa pegangan panci tidak boleh disentuh langsung, ketika sedang memasak? Selidikilah!

### Alat/Bahan

- Sendok logam
- Sendok plastik
- Pensil kayu
- Air panas
- Gelas plastik

### Prosedur

- Andaikata kamu meletakkan sendok logam, pensil kayu, dan sendok plastik ke dalam air panas. Bersama kelompokmu, **prediksilah** setelah lima menit di dalam air panas, apakah yang akan terasa pada ujung-ujung sendok logam, pensil kayu, dan sendok plastik? **Catatlah prediksimu!**
- Gurumu akan menuangkan air panas ke dalam gelas. Letakkan sendok logam, pensil kayu, dan sendok plastik ke dalam air panas. Tunggu lima menit.
- Ketika bagian benda masih di dalam air panas, peganglah ujung benda-benda tersebut. **Catat hasil pengamatanmu.**

### Keselamatan Kerja

- Hati-hati dengan air panas
- Segera bersihkan dengan kain bila ada yang tumpah



### Analisis dan Simpulan

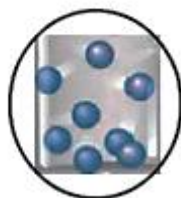
- Benda manakah yang paling panas setelah lima menit di dalam air panas? Benda manakah yang paling dingin?
- Bandingkan** prediksimu dengan hasil pengamatanmu. Apakah kamu terkejut dengan hasil tersebut? Jelaskan.
- Energi panas merambat melalui zat padat. Zat padat tertentu merambatkan energi panas lebih baik daripada zat padat yang lain. Dari hasil pengamatanmu, diskusikan mengapa panci atau wajan dibuat dari logam dan mengapa pegangan tutupnya dibuat dari kayu atau plastik.

## Apakah panas itu?

Sebagaimana telah Kalian ketahui bahwa setiap benda tersusun atas partikel yang sangat kecil. Partikel-partikel ini memiliki energi dan selalu bergerak, meskipun kita tidak bisa melihatnya. Energi panas merupakan aliran energi partikel-partikel tersebut. Energi panas mengalir dari benda yang panas ke benda lain yang lebih dingin.

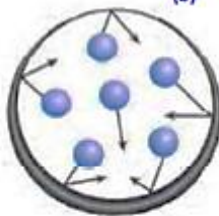
Ingatlah, partikel selalu bergerak. Semakin besar energi yang dimiliki semakin cepat gerakannya. Ketika benda panas bersentuhan dengan benda lain yang lebih dingin, maka energi akan mengalir dari benda yang panas ke benda yang lebih dingin. Gerakan partikel benda yang melepaskan energi menjadi lebih lambat, sedangkan gerakan partikel benda yang menerima energi menjadi lebih cepat. Akhirnya, partikel-partikel kedua benda bergerak dengan laju sama. Kedua

Ketika menyentuh es batu, kita merasakan dingin. Mengapa?



(a)  
Gerak partikel lambat ketika dalam keadaan dingin

Gerak partikel lebih cepat ketika dalam keadaan panas  
(b)



**Gambar 1**  
Ilustrasi gerak partikel dalam keadaan dingin (a) dan panas (b)

Sumber: Moyer, dkk., 2002

benda tersebut sama-sama dingin dan energi panas tidak mengalir lagi.

## Bahan Penghantar Panas

Berdasarkan hasil kegiatan penyelidikanmu, ternyata setiap bahan memiliki kemampuan menghantarkan panas berbeda-beda. Ada bahan yang mudah menghantarkan panas. Ada pula bahan yang sulit menghantarkan panas. Bahan yang mudah menghantarkan panas disebut konduktor panas, sedangkan yang sulit menghantarkan panas disebut isolator panas.

Berdasarkan hasil kegiatan penyelidikanmu, bahan apakah yang tergolong konduktor panas? Bahan apakah yang tergolong isolator panas?

*Tugas*

Sebutkan bahan-bahan di sekitarmu yang tergolong konduktor panas dan isolator panas, masing-masing 3 contoh!

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

## Peralatan Sehari-hari yang Menggunakan Bahan Konduktor dan Isolator Panas

Dalam kehidupan sehari-hari banyak peralatan yang menggunakan bahan-bahan konduktor dan isolator panas, misalnya: logam, plastik, kayu, dan karet. Perhatikan Gambar 2! Diskusikan dengan teman-temanmu, bagian manakah dari peralatan pada Gambar 2 yang berfungsi sebagai konduktor dan isolator panas? Untuk memandu diskusi Kalian, isilah Tabel 1.



(a) setrika

sumber: beritaterkinionline.com



(a) panci

sumber: indonetWORK.co.id



(a) termos

sumber: indonetWORK.co.id



(a) solder

sumber: baselo.com.id

**Gambar 2**

Berbagai peralatan yang menggunakan bahan konduktor dan isolator panas.

Konduktor & Isolator Panas/31

## Tugas

Temukan bagian-bagian dari peralatan pada Gambar 2, amati bagian-bagian tersebut terbuat dari bahan apa, kemudian diskusikan bagian tersebut difungsikan sebagai isolator panas atau konduktor panas? Isikan hasilnya dalam tabel di bawah ini!

No	Peralatan	Bagian	Bahan	Fungsi
1	secerika	pelebaran	plastik	isolator panas

### Pertanyaan Subbab

1. Apakah yang dimaksud dengan konduktor panas dan isolator panas?
2. Sebutkan masing-masing 3 contoh bahan yang termasuk konduktor panas dan isolator panas!
3. Sebutkan masing-masing 2 contoh peralatan dalam kehidupan sehari-hari yang memanfaatkan konduktor panas dan isolator panas!
4. **Berpikir kritis:** Ketika tangan kita menyentuh logam dan kayu secara bersamaan, mengapa logam terasa lebih dingin dibandingkan kayu? Pada hal logam dan kayu tersebut berada dalam ruangan yang sama.



### Bina Keterampilan

Rancanglah eksperimen sederhana untuk menyelidiki jenis logam apakah yang memiliki sifat konduktor panas paling baik. Konsultasikan rancanganmu kepada gurumu, kemudian lakukan dan buatlah laporannya. Kegiatan ini dapat kamu lakukan secara berkelompok.



## Menjaga Kehangatan Tubuh

Perhatikan Gambar 3! Mengapa burung tidak kedinginan, walaupun berada di atas salju? Bagaimana burung menjaga kehangatan tubuhnya? Bila Kamu perhatikan dari dekat, bulu burung berlapis-lapis. Di antara lapisan tersebut terdapat udara. Udara merupakan isolator panas yang baik. Bulu dan lapisan-lapisan udara menjaga kehangatan tubuh burung.

Manusia tidak memiliki bulu yang berlapis-lapis seperti burung. Ketika cuaca dingin, manusia harus menggunakan tambahan pakaian, misalnya jaket atau sweater. Jaket dan sweater dibuat dari bahan yang berbeda-beda, sebagaimana ditunjukkan gambar di bawah ini.



**Gambar 3**  
Burung di atas salju  
sumber: 7art-screensavers.com



sumber: womandiary.net

Katun dibuat dari kapas. Katun terasa lembut saat dipakai dan bersifat menyerap keringat

Wool dari bulu domba, dapat digunakan sebagai bahan membuat jaket tebal yang cocok dipakai saat dingin.



sumber: www.traderscity.com

Plastik yang didaur ulang dapat dibentuk menjadi serat-serat halus, kemudian dijadikan pakaian, misalnya jaket parasit yang anti air.



sumber: www.traderscity.com

**Gambar 4**  
Jaket dan sweater dari berbagai bahan

Konduktor & Isolator Panas /33

**LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK PENELITIAN**

Nama: \_\_\_\_\_ Kelas: \_\_\_\_\_ Kelompok: \_\_\_\_\_

# Kegiatan

## Panas Merambat

Mengapa pegangan panci tidak boleh disentuh langsung, ketika sedang memasak? Selidikilah!

-----

**BAHAN**

- Air panas
- Gelas plastik
- Sendok logam
- Pensil kayu
- Sendok plastik

**KESELAMATAN KERJA**

- Hati-hati dengan air panas
- Segera bersihkan dengan kain bila ada yang tumpah

## Prosedur

1. Andaikata kamu meletakkan batang logam, kayu, dan plastik ke dalam air panas. **Prediksilah** bersama kelompokmu, setelah beberapa saat di dalam air panas, apakah yang akan terasa pada ujung-ujung logam, plastik, dan kayu tersebut? Catatlah prediksimu!

---



---

2. Letakkan sendok logam, sendok plastik, dan pensil kayu ke dalam suatu wadah, seperti gambar di samping. Gurumu akan menuangkan air panas ke dalam wadah tersebut. Tunggulah lima menit.



3. Setelah lima menit di dalam air panas, peganglah ujung-ujung sendok logam, sendok plastik, dan pensil kayu yang berada di luar air. Catatlah apa yang kamu rasakan!

---

---

---

---

### **Analisis dan Simpulan**

1. Benda manakah yang terasa paling panas setelah lima menit berada di dalam air panas? Diskusikan dengan kelompokmu, mengapa hal tersebut terjadi?

---

---

---

---

2. Bandingkan prediksimu dengan hasil pengamatanmu. Apakah kamu terkejut dengan hasil tersebut? Jelaskan.

---

---

---

---



3. Energi panas merambat melalui zat padat. Zat padat tertentu merambatkan energi panas lebih baik daripada zat padat yang lain. Dari hasil pengamatanmu, diskusikan mengapa panci atau wajan dibuat dari logam dan mengapa pegangan tutupnya dibuat dari kayu atau plastik.

---

---

---

---

#### **Daftar Pustaka**

Badders, W., Bethel, L.J., Fu, V., Peck, D., Sumners, C., dan Valentino, C. 1996. *Discovery Works*. Parsippany, NJ: Silver Burdett Ginn.

## JAWABAN LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK

1. Jawaban akan bervariasi, misalnya: ujung logam akan terasa paling panas dibandingkan ujung kayu dan plastik.
3. Jawaban bisa bervariasi. Setelah lima menit, ujung sendok logam terasa panas, tetapi ujung sendok plastik dan pensil kayu tidak terasa panas.
4. Sendok logam.  
Karena logam memiliki sifat mudah menghantarkan panas.
5. Jawaban bervariasi. Kami tidak terkejut, karena prediksi dan hasil pengamatan kami sama.
6. Karena logam merupakan penghantar panas yang baik (konduktor panas) dan plastik atau kayu merupakan isolator (penghambat panas)

Nama: \_\_\_\_\_ Kelas: \_\_\_\_\_ Kelompok: \_\_\_\_\_

### Panduan Belajar

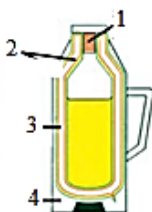
Perhatikan gambar peralatan di bawah ini! kemudian tunjukkan bagian-bagiannya yang bersifat konduktor atau isolator panas. Bagian-bagian tersebut terbuat dari bahan apa?



No	Nama Bagian	Bahan	Fungsi
1			
2			
3			
4			



No	Nama Bagian	Bahan	Fungsi
1			
2			
3			



No	Nama Bagian	Bahan	Fungsi
1			
2			
3			
4			



No	Nama Bagian	Bahan	Fungsi
1			
2			
3			

## Kunci Panduan Belajar

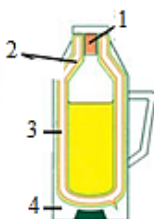
Perhatikan gambar peralatan di bawah ini! kemudian tunjukkan bagian-bagiannya yang bersifat konduktor atau isolator panas. Bagian-bagian tersebut terbuat dari bahan apa?



No	Bagian	Bahan	Fungsi
1	Pegangan	plastik	isolator panas
2	Pengatur panas	plastik	isolator panas
3	Badan setrika	plastik	isolator panas
4	Dasar setrika	logam	konduktor panas



No	Bagian	Bahan	Fungsi
1	Pegangan tutup	plastik	isolator panas
2	Pegangan panci	plastik	isolator panas
3	Badan panci	logam	konduktor panas



No	Bagian	Bahan	Fungsi
1	Tutup	plastik	isolator panas
2	Dinding dalam	kaca	isolator panas
3	Lapisan udara	udara	isolator panas
4	Landasan	logam	penyangga



No	Bagian	Bahan	Fungsi
1	Ujung solder	logam	konduktor panas
2	Tempat elemen	logam	konduktor panas
3	Pegangan solder	plastik	isolator panas

## Kisi-kisi Penilaian

No	Indikator	Teknik Penilaian	Bentuk Instrumen	Contoh Instrumen
1	<i>Mengidentifikasi</i> peralatan dalam kehidupan sehari-hari yang memanfaatkan konduktor dan isolator panas	Tes tulis	PG dan uraian	LP-1 (A. 3), (B. 1)
2	<i>Membandingkan</i> bahan-bahan dalam kehidupan sehari-hari berkaitan dengan sifat hantaran panas	Tes tulis	PG dan uraian	LP-1 (A. 4), (B. 3)
3	<i>Menjelaskan</i> alasan pemilihan bahan dalam peralatan kehidupan sehari-hari berkaitan dengan sifat hantaran panas	Tes tulis	PG dan uraian	LP-1 (A. 1, 2) dan (B. 2, 4)
4	<i>Melakukan penyelidikan</i> untuk membandingkan sifat hantaran panas berbagai bahan	Performan	Lembar Penilaian <i>rating scale</i>	LP-2

Nama: \_\_\_\_\_

Kelas: \_\_\_\_\_

**LP-1: Penilaian Pengetahuan**

**A. Lingkarilah huruf a, b, c, atau d pada jawaban yang benar!**

1. Tujuan memakai jaket di malam hari adalah ....
  - a. menjaga agar suhu tubuh sama dengan suhu lingkungan
  - b. menahan panas dari luar agar tidak mempengaruhi tubuh
  - c. menahan panas tubuh agar tidak keluar
  - d. memperindah penampilan seseorang
2. Pemilihan karet sebagai pegangan tutup panci adalah berkaitan dengan kemampuannya ....
  - a. menurunkan panas
  - b. menghambat panas
  - c. menghantarkan panas
  - d. meningkatkan panas
3. Seterika dibuat dari berbagai bahan dengan tujuan tertentu. Pemilihan bahan seterika sesuai gambar di samping dan tujuannya adalah ....

	Bagian seterika	Bahan	Tujuan
a	P	plastik	agar ringan
b	P	logam	agar mengkilat
c	R	keramik	agar cepat panas
d	R	logam	agar cepat panas



4. Bejana dengan ukuran sama terbuat dari empat bahan, yaitu: plastik, kaca, keramik, dan tembaga. Bila bejana tersebut diisi dengan air panas dalam jumlah sama, air yang paling cepat dingin adalah yang berada dalam bejana ....
  - a. kaca
  - b. plastik
  - c. tembaga
  - d. keramik

**B. Jawablah pertanyaan di bawah ini.**

1. Dalam kehidupan sehari-hari banyak bahan yang bersifat sebagai konduktor atau isolator panas. Sebutkan masing-masing dua contoh bahan yang tergolong konduktor panas dan isolator panas, dan bahan tersebut digunakan dalam peralatan apa?

---

---

---

---

2. Dalam kondisi yang sama, bila kita menyentuh logam selalu terasa lebih dingin dibandingkan menyentuh kayu atau plastik. Mengapa?

---

---

3. Cawan dengan ukuran sama, terbuat dari empat jenis logam, yaitu A, B, C, dan D. Cawan logam tersebut diisi dengan air panas dalam jumlah sama. Waktu yang diperlukan air untuk menjadi dingin dalam keempat cawan tersebut diukur, hasilnya sebagai berikut:

Bahan cawan	Waktu yang diperlukan untuk menjadi dingin
A	10 menit
B	15 menit
C	6 menit
D	12 menit

Bila di antara empat jenis logam di atas akan digunakan sebagai bahan membuat panci, jenis logam manakah yang akan dipilih? Berilah alasan

---

---

4. Seorang insinyur, ingin merancang lantai ruangan yang tetap hangat, meskipun lingkungan sekitarnya sangat dingin. Di antara empat bahan berikut: batu, lempengan logam, kayu, dan keramik, bahan manakah yang seharusnya dipilih? Mengapa?

---

---

---

## Jawaban LP-1: Penilaian Pengetahuan

### Bagian A

1. C
2. B
3. D
4. C

### Bagian B

1. Contoh jawaban:  
Dua contoh bahan yang tergolong konduktor panas: besi, tembaga; bahan-bahan tersebut misalnya digunakan untuk bagian bawah setrika, peralatan masak.  
Dua contoh bahan yang tergolong isolator panas: kayu, plastik; bahan-bahan tersebut misalnya digunakan untuk pegangan peralatan masak, pegangan setrika.
2. Karena logam merupakan konduktor panas yang baik, sehingga ketika disentuh energi panas mengalir dari tubuh ke logam, akibatnya bagian tubuh yang menyentuh logam terasa dingin. Hal di atas tidak terjadi pada kayu, karena kayu merupakan isolator panas.
3. Logam C, karena logam C merupakan konduktor yang paling baik di antara empat jenis logam di atas.
4. Kayu. Karena kayu merupakan isolator panas yang paling baik, di antara keempat bahan tersebut.



Nama: \_\_\_\_\_ Kelas: \_\_\_\_\_ Kelompok: \_\_\_\_\_

## LP-2: Penilaian Performan/Kinerja

### Melakukan Percobaan

Petunjuk:

Berilah tanda  $\surd$  pada kolom 1, 2, atau 3, bila siswa/kelompok menunjukkan kinerja sebagaimana dideskripsikan pada Rubrik Penskoran.



No	Elemen kinerja yang dinilai	Penilaian		
		1	2	3
1	Rumusan prediksi			
2	Data hasil percobaan			
3	Analisis Data			
4	Rumusan kesimpulan			

### Rubrik Penskoran

No	Elemen kinerja yang dinilai (bobot)	Skor dan deskriptor		
		1	2	3
1	<b>Rumusan prediksi (20)</b>	Tidak mengandung variabel bebas dan terikat	Mengandung variabel bebas dan terikat tetapi tidak menjawab masalah atau tak dapat diuji	Mengandung variabel bebas dan terikat, menjawab masalah, dan dapat diuji
2	<b>Data hasil percobaan (25)</b>	Data kurang	Data lengkap tetapi penyajiannya tidak sistematis	Data lengkap dan penyajiannya sistematis (misalnya dalam bentuk tabel)
3	<b>Analisis Data (25)</b>	Hasil analisis tidak sesuai data dan tidak mengarah ke tujuan	Hasil analisis sesuai data tetapi tidak mengarah ke tujuan	Hasil analisis sesuai data dan mengarah ke tujuan
4	<b>Rumusan kesimpulan (30)</b>	Kesimpulan tidak tepat	Kesimpulan tepat, tetapi belum mengacu pada tujuan	Kesimpulan tepat dan sudah mengacu ke tujuan

$$\text{Nilai kinerja} = \frac{\text{Jumlah (bobot} \times \text{skor)}}{3}$$

## Lampiran B

### Perangkat pembelajaran IPA Terpadu SMP/MTs

#### IPA TERPADU – SMP/MTS

##### RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

Kelas/Semester	7 / 2	Hari/Tgl	
Pertemuan	1-2	Waktu	5 x 40 menit

Topik	Tekanan dan Sistem Peredaran Darah
Kompetensi Dasar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mendeskripsikan sistem peredaran darah pada manusia dan hubungannya dengan kesehatan</li> <li>Menyelidiki tekanan pada benda padat, cair, dan gas serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari</li> </ul>
Tujuan Pembelajaran	<ul style="list-style-type: none"> <li>menyelidiki faktor-faktor yang mempengaruhi tekanan</li> <li>menjelaskan prinsip kerja jantung dan sistem peredaran darah manusia</li> <li>menjelaskan penyebab terjadinya tekanan darah tinggi/hipertensi</li> <li>mengidentifikasi kebiasaan-kebiasaan hidup untuk mencegah penyakit tekanan darah tinggi/hipertensi.</li> </ul>

##### Langkah-langkah Pembelajaran

Tahap	Kegiatan
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menyampaikan salam, mengecek dan mengondisikan siswa</li> <li>Guru membagikan copy berita 5 penyakit tertinggi penyebab kematian atau memberikan link berita tersebut (Lampiran 1) dan meminta beberapa siswa memberikan komentar terhadap berita tersebut.</li> <li>Guru merespons positif pendapat siswa terkait penyakit hipertensi sebagai penyebab kematian tertinggi dan mengaitkan dengan tujuan pembelajaran.</li> </ul>
Inti	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru mengajak siswa ke luar ruangan untuk melakukan aktivitas Lab Mini 1 (Buku Siswa (Lampiran 2) hal. 7 dan mencatat hasil pengamatannya.</li> <li>Beberapa kelompok diminta mempresentasikan hasilnya dan kelompok lain memberikan tanggapannya.</li> <li>Secara berkelompok siswa diminta membaca Buku Siswa hal. 5-10 atau buku/sumber lain yang kontennya sejenis kemudian diminta membuat poster untuk mengenali dan mencintai jantungnya sebagaimana aktivitas dalam Lab Mini 2 (Buku Siswa hal 9). Guru menginformasikan 4 aspek yang perlu diperhatikan dalam membuat poster sebagaimana terdapat dalam LP-2: Penilaian Membuat Poster (Lampiran 3B).</li> <li>Setelah selesai, setiap kelompok diminta menempel posternya di papan atau dinding kelas dan mempresentasikannya. Kelompok lain memberikan tanggapannya.</li> <li>Di akhir sesi, semua kelompok diminta menilai poster kelompok lain, menggunakan instrumen Lampiran 3B. Guru juga melakukan penilaian sejenis. Guru mengevaluasi poster yang dihasilkan siswa serta mengumumkan poster terbaik, yaitu poster yang mendapat penilaian akumulatif tertinggi.</li> <li>Siswa dengan bimbingan guru merumuskan poin-poin penting pembelajaran.</li> </ul>
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa ditugaskan mengerjakan kegiatan Sina Keterampilan (Buku Siswa hal. 10).</li> <li>Melakukan penilaian dan memberikan penghargaan pada siswa atau kelompok yang kinerjanya bagus.</li> </ul>

Referensi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buku Siswa (Lampiran 2) atau buku lain yang relevan.</li> </ul>
Alat/Bahan/ Media	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alat/bahan Kegiatan Lab Mini 1 (Buku Siswa hal. 7)</li> <li>Berita 5 penyakit tertinggi penyebab kematian (Lampiran 1)</li> </ul>
Asesmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kisi-kisi dan Lembar/Instrumen Penilaian (Lampiran 3)</li> </ul>

Kepala Sekolah

Surabaya, .....  
Guru IPA

Alam Semesta

D. Kurniawati



January 02, 2020

## Waspada! 5 Jenis Penyakit Penyebab Kematian Tertinggi di Indonesia



Setiap tahun, jutaan manusia meninggal karena beragam penyakit. Kondisi tersebut juga dialami di Indonesia. Data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018, Indonesia mengalami peningkatan dalam prevalensi penyakit tidak menular dan menjadi penyebab kematian tertinggi masyarakat Indonesia. Berikut adalah lima jenis penyakit yang memerlukan perhatian khusus di Indonesia:

### Hipertensi

Belum banyak yang mengetahui bahwa hipertensi menjadi salah satu penyebab kematian tertinggi di Indonesia. Fakta menunjukkan bahwa prevalensi hipertensi naik dari 25,8% pada tahun 2013 menjadi 34,1% pada tahun 2018. Kondisi ini mengakibatkan kematian sekitar 8 juta orang per tahun.

Hipertensi sering kali disebut the silent killer karena sebagian besar penderitanya tidak mengalami tanda-tanda atau gejala, sehingga tidak menyadari bahwa tubuhnya telah terkena hipertensi. Dalam beberapa kasus, penderita baru mengetahuinya setelah terjadi komplikasi. Maka itu, tak dapat dipungkiri jika hipertensi menjadi salah satu penyebab kematian tertinggi di Indonesia.

### Diabetes melitus

Ancaman penyakit diabetes melitus sangat berbahaya, karena prevalensi penyakit ini naik dari 6,9% menjadi 8,5% per tahun 2018. Kondisi ini membuat harapan hidup berkurang 5 hingga 10 tahun. Masyarakat perlu berhati-hati agar tidak terkena diabetes melitus, karena komplikasi yang ditimbulkan akibat penyakit ini mampu berdampak buruk bagi fungsi mata, jantung, ginjal, kulit, saraf, hingga saluran pernapasan.

### Stroke

Stroke menjadi penyakit tidak menular yang menyebabkan kasus kematian terbanyak. Pada tahun 2018 prevalensi stroke naik dari 7% menjadi 10,9%. Walaupun kasus stroke sering ditemukan pada kelompok usia 45-74 tahun, stroke juga banyak ditemukan pada kelompok usia 15-24 tahun di Indonesia.

### Gagal ginjal kronis

Sebanyak 30.554 pasien aktif menjalani dialisis pada tahun 2015, sebagian besar jumlah tersebut adalah penderita gagal ginjal kronis. Keterlambatan deteksi dan penanganan terhadap penyakit ini membuat prevalensi kematian cukup tinggi.

Data prevalensi pada tahun 2013 mencatat, gagal ginjal kronis pada tahun tersebut adalah 2%, tapi telah meningkat menjadi 3,8% pada tahun 2018. Selain gaya hidup yang tidak sehat, gagal ginjal kronis juga disebabkan oleh diabetes melitus, tekanan darah tinggi, hingga obesitas.

### Kanker

Saat ini kanker menjadi penyakit tidak menular penyebab kematian terbanyak setelah stroke dan hipertensi. Data prevalensi penyakit ini naik dari 1,4% menjadi 1,8% pada tahun 2018. Merokok menjadi faktor risiko utama yang menyebabkan 20% kematian akibat kanker dan 70% kematian akibat kanker paru-paru di dunia.

Itulah lima penyakit yang menyebabkan kematian tertinggi di Indonesia. Kenaikan prevalensi untuk kelima penyakit ini disebabkan oleh pola hidup tidak sehat masyarakat Indonesia. Maka itu, penerapan gaya hidup sehat sangat diperlukan sebagai langkah pencegahan penyakit. Peduli kesehatan sejak dini adalah kunci hidup bermakna di masa depan.

Sumber data: Riset Kesehatan Dasar dan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia

Sumber: <https://www.siloamhospitals.com/Contents/News-Events/Advertorial/2020/01/27/12/22/5-Jenis-Penyakit-Penyebab-Kematian-Tertinggi-diunduh-16/04/2020>



model  
IPA Terpadu

## Hipertensi

Tahukah kamu apakah hipertensi itu? Hipertensi atau tekanan darah tinggi adalah salah satu penyakit yang dapat terjadi dalam sistem peredaran darah kita. Darah mengalir dalam tubuh kita melalui suatu rangkaian pipa yang disebut pembuluh darah. Jantungmu berfungsi sebagai pompa yang menggerakkan darah dalam pembuluh? Bagaimanakah tekanan dalam sirkulasi darah terjadi? Bagaimanakah jantung menimbulkan tekanan darah?

Apakah yang dimaksud dengan tekanan?

Faktor-faktor apa sajakah yang mempengaruhi besarnya tekanan?

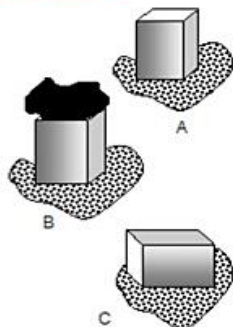
Mengapa tekanan darah yang tinggi menjadi penyakit? Apa penyebab terjadinya hipertensi? Uraian dan kegiatan di bawah ini akan membantumu menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas.



### Kegiatan Penyelidikan

#### Faktor-faktor yang mempengaruhi tekanan

1. Letakkan balok kayu di atas tepung seperti gambar A di samping. Angkalah balok tersebut, kemudian ukurlah kedalaman jejak balok pada tepung menggunakan mistar.
2. Letakkan kembali balok kayu seperti di atas, kemudian tambahkan beban lain di atas balok seperti gambar B. Angkat balok beserta beban tambahannya, kemudian ukurlah kembali kedalaman jejak balok pada tepung. Bandingkan hasilnya dengan langkah 1. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, kalian dapat mengulangi kegiatan ini beberapa kali.
3. Letakkan kembali balok di atas tepung, tetapi bagian balok yang menyentuh tepung berbeda, seperti ditunjukkan gambar C. Angkat balok, kemudian ukur kembali kedalaman jejak balok pada tepung. Bandingkan hasilnya dengan langkah 1. Ulangi kegiatan ini beberapa kali.




#### Jurnal IPA

Kedalaman jejak pada tepung menunjukkan besarnya tekanan. Diskusikan dalam kelompokmu, apakah yang dimaksud tekanan? Faktor apakah yang mempengaruhi besarnya tekanan? Apakah semakin berat balok semakin dalam jejak yang terbentuk pada tepung? Apakah balok yang sama berat tetapi berbeda luas permukaannya akan menimbulkan jejak yang sama?

*Hipertensi/1*

## Apakah Tekanan itu?

Berdasarkan hasil *Kegiatan Penyelidikan*, terlihat bahwa tekanan berkaitan dengan dua besaran fisis yang lain, yaitu gaya dan luas permukaan. Semakin besar gaya yang bekerja, semakin besar pula tekanan yang dihasilkan. Berarti tekanan berbanding lurus dengan gaya yang menyebabkannya. Semakin luas permukaan yang dikenai gaya, semakin kecil tekanan yang dihasilkan, berarti tekanan berbanding terbalik dengan luas permukaan. Berdasarkan hasil tersebut, hubungan gaya, luasan yang dikenai gaya, dan tekanan yang dihasilkan dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$\text{tekanan} = \frac{\text{gaya}}{\text{luas}}$$

Bila tekanan diberi simbol  $p$ , gaya  $F$ , dan luas permukaan  $A$ , maka

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

Bila gaya diukur dalam satuan newton (N) dan luas diukur dalam meter persegi ( $\text{m}^2$ ), maka tekanan dinyatakan dalam satuan newton per meter persegi ( $\text{N}/\text{m}^2$ ). Untuk menghormati jasa Blaise Pascal, satu  $\text{N}/\text{m}^2$  disebut juga satu pascal (Pa). Seringkali tekanan diukur dalam satuan kilopascal (kPa). Satu kPa = 1000 Pa.



## Penggunaan Matematika

### Menghitung Tekanan

#### Soal Contoh

Anak yang beratnya 400 N memakai sepasang sepatu. Luas telapak sepasang sepatu tersebut yang menyentuh tanah  $400 \text{ cm}^2$ .

Berapa pascakah tekanan sepatu itu pada lantai?

#### Langkah-langkah Penyelesaian:

1. Apa yang diketahui?

luas permukaan,  $A = 400 \text{ cm}^2$

gaya,  $F = 400 \text{ N}$

2. Apa yang tidak diketahui?

tekanan,  $p$

3. Pilih persamaannya,  $p = \frac{F}{A}$

4. Penyelesaian:

Agar menghasilkan satuan tekanan dalam pascal, maka satuan luas harus dijadikan  $\text{m}^2$ .

$$A = 400 \text{ cm}^2 = 0,04 \text{ m}^2$$

$$p = \frac{F}{A} = \frac{400 \text{ N}}{0,04 \text{ m}^2} = 10.000 \text{ N}/\text{m}^2 = 10^4 \text{ Pa}$$



## Soal Latihan

1. Sebuah balok dengan berat 600 N berada di lantai. Luas permukaan balok yang menyentuh permukaan lantai 200 cm<sup>2</sup>. Berapa kPa tekanan pada lantai yang ditimbulkan oleh balok tersebut?
2. Suatu penyangga memiliki luas permukaan 200 cm<sup>2</sup>. Penyangga tersebut hanya mampu menahan tekanan maksimum 40 kPa. Berapakah berat beban yang boleh diletakkan di atas penyangga tersebut, agar penyangga tidak rusak?

## Apakah Fluida Menghasilkan Tekanan?

Tekanan tidak hanya dihasilkan oleh zat padat, seperti yang kalian amati pada *Kegiatan Penyelidikan*. Dalam kehidupan sehari-hari, mungkin kalian telah akrab dengan istilah-istilah tekanan udara, tekanan air, dan tekanan darah. Udara, air, dan darah merupakan contoh fluida atau zat alir, yaitu zat yang dapat mengalir. Jadi, fluida juga menghasilkan tekanan. Perhatikan Gambar 1. Bola basket dapat digunakan dengan baik bila tekanan udara di dalamnya mencukupi. Bila tekanan udara dalam bola kurang, bola akan “kempes” dan tak dapat akan berfungsi dengan baik. Bagaimanakah fluida dapat menghasilkan tekanan?

### Gambar 1

Berbagai peralatan tidak akan bekerja dengan semestinya bila tekanan udara di dalamnya tidak normal. Bola basket manakah yang dapat digunakan?





**Gambar 2**

Susunan dan gerakan partikel-partikel penyusun suatu zat menentukan ciri-ciri zat tersebut. Gambar dari kiri ke kanan mengilustrasikan susunan dan gerakan partikel zat padat, cair, dan gas. Arah anak panah menunjukkan arah gerak partikel. Bagaimana gambar tersebut menjelaskan mengapa gas menghasilkan tekanan yang paling besar?

Perhatikan Gambar 2. Semua benda tersusun dari partikel-partikel yang sangat kecil. Gaya yang ada dalam fluida disebabkan oleh massa dan gerak partikel-partikel yang membentuk fluida tersebut. Di dalam zat padat, partikel-partikel tersebut tersusun sangat rapat. Oleh karena itu partikel-partikel zat padat tersebut tidak bebas bergerak. Namun, di dalam zat cair dan gas partikel-partikelnya tidak tersusun secara rapat. Jadi partikel-partikel itu lebih bebas bergerak. Partikel-partikel penyusun fluida tersebut secara terus-menerus bergerak ke segala arah. Pada saat bergerak, partikel-partikel itu menumbuk partikel-partikel lain dan dinding wadah fluida dengan gaya yang besarnya bergantung pada massa dan percepatan partikel tersebut. “Dorongan” atau gaya oleh partikel-partikel tersebut yang bekerja pada suatu luasan tertentu menghasilkan tekanan. Tekanan fluida bekerja ke segala arah sama besar.

**Gambar 3**

Keluarinya pasta gigi karena ditekan kemasiannya terjadi berdasar pada prinsip Pascal.



### Hukum Pascal

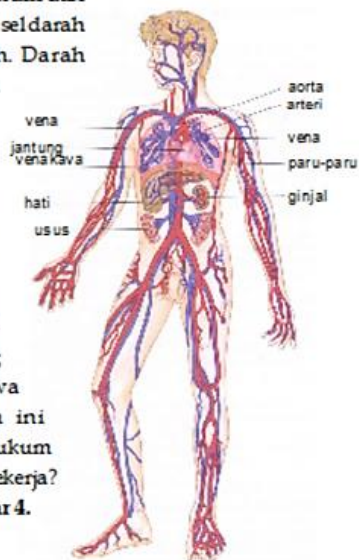
Misalkan kamu meniup balon hingga menggelembung, kemudian kamu meremas salah satu ujungnya. Partikel-partikel udara di dalam balon tetap berada di dalamnya, namun menjadi lebih rapat. Apa yang terjadi dengan tekanan tambahan yang diberikan pada balon itu? Tekanan akan membesar pada setiap titik di dalam balon, termasuk ujung lain balon itu, sehingga ujung lain balon itu semakin menggelembung.

Ilmuwan Perancis, Blaise Pascal (1623-1662) menemukan bahwa tekanan di dalam fluida dalam ruang tertutup diteruskan ke segala arah dengan besar yang sama. Sebagai contoh lain, saat kamu menekan bagian bawah kemasan pasta gigi pada Gambar 3, pasta gigi itu keluar dari bagian atas kemasan tersebut.



## Tekanan dalam Sistem Peredaran Darah Kita

Sistem peredaran darah kita tersusun dari jantung, pembuluh darah, dan darah. Darah terdiri dari plasma dan sel-sel darah. Sel darah terdiri dari sel darah merah, sel darah putih, dan keping darah. Darah mengirim materi-materi yang dibutuhkan tubuh, seperti oksigen, air, dan zat makanan. Darah juga mengangkut zat-zat buangan sel, seperti gas karbondioksida untuk dikeluarkan dari tubuh. Sistem peredaran darah kita disebut sistem kardiovaskular berasal dari kata *cardio* berarti jantung dan *vascular* berarti pembuluh darah. Sistem ini terdiri dari jantung, darah, dan pembuluh darah yang panjangnya berkilo-kilometer untuk membawa darah ke setiap bagian tubuh. Sistem ini merupakan sistem tertutup dan memenuhi hukum Pascal. Bagaimana bagian-bagian sistem ini bekerja? Secara garis besar dapat dilihat pada Gambar 4.



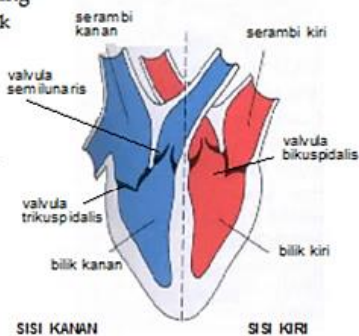
### Jantung

Percayakah kamu bahwa ada sebuah pompa di dalam dadamu yang mulai bekerja sejak sebelum kamu lahir? Kedengarannya aneh. Pompa itu adalah jantungmu. Perhatikan Gambar 5.

Jantung merupakan organ berotot kurang lebih sebesar kepala tangan. Jantung terletak di belakang tulang dada dan di antara paru-parumu. Jantung manusia mempunyai empat ruang. Dua ruang di bagian atas disebut serambi (*atrium*) kanan dan kiri. Masing-masing serambi berhubungan dengan pembuluh balik. Dua ruang besar di bawahnya disebut bilik (*ventrikel*) kanan dan kiri. Masing-masing bilik berhubungan dengan pembuluh nadi.

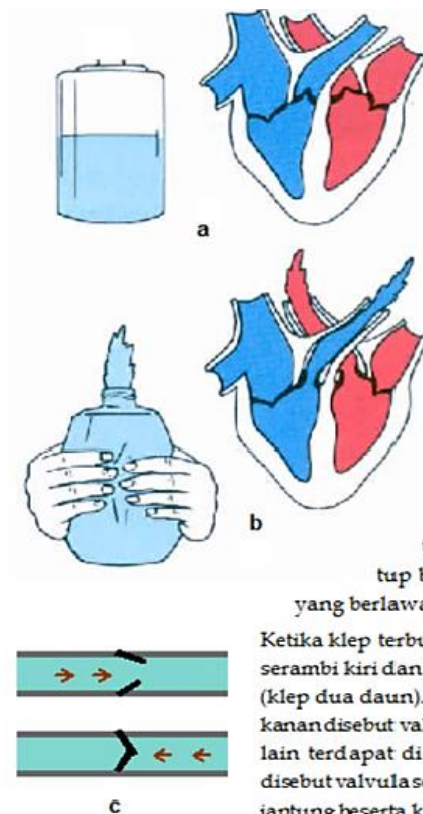
### Gambar 4

Sistem sirkulasi manusia.



### Gambar 5

Jantung manusia



### Gambar 6

Kerja jantung seperti botol plastik berisi air. Saat botol tidak ditekan, tidak ada cairan yang keluar. Jantung dilengkapi klep, sehingga bekerja seperti pompa.

Antara serambi dan bilik di bawahnya dipisahkan oleh sebuah klep, sehingga darah mengalir hanya dari satu atrium ke satu ventrikel. Di antara serambikanan dan kiri, dan antara bilikkan dan kiri dipisahkan oleh sekat. Karena jantung mempunyai dua belahan, kamu dapat mengumpamakan bahwa jantung merupakan dua pompa yang terpisah, satu di sebelah kanan dan satu di sebelah kiri (Lihat Gambar 5).

Klep adalah lembaran yang mempertahankan agar darah mengalir dalam satu arah. Klep dapat membuka dan menutup. Klep akan terbuka bila ada dorongan atau tekanan dari arah tertentu dan menutup bila dorongan atau tekanan dari arah yang berlawanan, seperti ditunjukkan Gambar 6.c.

Ketika klep terbuka darah akan mengalir. Klep antara serambi kiri dan bilik kiri disebut *valvula bikuspidalis* (klep dua daun). Klep antara serambi kanan dan bilik kanan disebut *valvula trikuspidalis* (klep tiga daun). Klep lain terdapat di antara ventrikel dan arterinya yang disebut *valvula semilunaris*. Gerakan kontraksi dinding jantung beserta klepnya dikoordinasi oleh sistem syaraf. Frekuensi kontraksi tersebut berhubungan banyaknya oksigen yang diperlukan oleh tubuh.

Bagaimana jantung bekerja sebagai pompa? Perhatikan Gambar 6. Gambar ini memperlihatkan pemompaan jantung yang diumpamakan seperti menekan botol plastik berisi air. Gambar 6.a memperlihatkan botol plastik saat tidak ditekan. Tidak ada cairan yang keluar. Jika otot jantung tidak menekan, tidak ada darah yang dipompa. Gambar 6.b memperlihatkan botol plastik yang sedang ditekan dan menurut hukum Pascal tekanan tersebut diteruskan ke segala arah, sehingga air memancar keluar.

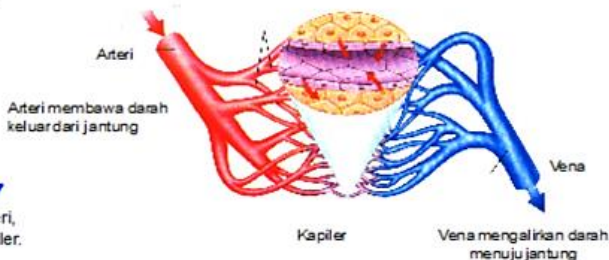
Gambar 6 juga memperlihatkan bahwa saat otot bilik jantung menekan, darah mengalir keluar. Masing-masing pemompaan jantung disebut denyut. Selama satu denyut, kedua serambi berkontraksi pada saat yang sama.

Aliran darah di dalam jantung diuraikan sebagai berikut:

1. Darah dari pembuluh balik memasuki serambi jantung kanan dan kiri.
2. Serambi mulai memompa atau menekan darah keluar menuju bilik. Saat itu serambi berkontraksi.
3. Ketika serambi berkontraksi, bilik kanan dan kiri relaksasi (tidak memompa). Saat itu bilik menerima darah dari serambi.
4. Bilik kanan dan kiri kemudian berkontraksi menekan darah ke dalam dua arteri besar menuju tubuh dan paru-paru.
5. Saat bilik memompa darah ke pembuluh nadi, serambi relaksasi. Saat itu darah dari pembuluh balik (dari tubuh) kembali memasuki serambi, seperti proses nomor 1 dan siklus jantung terulang lagi.

### Pembuluh darah

Sistem peredaran darah dalam tubuh kita memiliki pembuluh nadi (arteri), kapiler, dan balik (vena), sebagaimana ditunjukkan Gambar 7.



**Gambar 7**  
Pembuluh arteri, vena, dan kapiler.



### Apakah pancaran airnya sama?

#### Kegiatan

1. Sambungkan selang plastik pada kran air.
2. Bukalah kran air tersebut. Amatilah pancaran airnya. Ukurlah berapa cm jarak pancaran air tersebut dari ujung selang? Catatlah hasil pengamatanmu.
3. Dalam keadaan kran air tetap terbuka, pencetlah sebagian ujung selang (tetapi tidak sampai menutup). Amatilah pancaran airnya. Catat juga jarak pancaran air tersebut dari ujung selang.

#### Diskusikan dan Analisis

- a. Bandingkan pancaran air ketika ujung selang dipencet dan tidak dipencet.
- b. Dengan menggunakan persamaan pada halaman 2, jelaskan apa pengaruh pemencetan ujung selang terhadap tekanan air.
- c. Analogikan hasil diskusi dan analisis di atas untuk menjelaskan tekanan darah manusia.



### Pembuluh nadi (Arteri)

Saat darah ditekan keluar dari jantung merupakan awal perjalanan darah melalui pembuluh nadi, kapiler, dan pembuluh balik. Pembuluh nadi adalah pembuluh darah yang

1. membawa darah keluar dan menjauhi jantung
2. membawa darah dengan tekanan tinggi
3. berdinding tebal dan berotot.

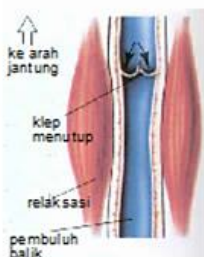
Masing-masing bilik jantung dihubungkan dengan pembuluh nadi, sehingga apabila bilik berkontraksi, darah dialirkan dari jantung ke pembuluh nadi. Aorta merupakan pembuluh nadi berdiameter paling besar yang keluar dari jantung. Pembuluh nadi bercabang menjadi pembuluh-pembuluh darah yang lebih sempit. Salah satu percabangannya menuju jantung untuk memasok sari makanan dan oksigen, agar jantung tetap bekerja.



### Pembuluh balik (Vena)

Pembuluh balik (vena) adalah pembuluh darah yang

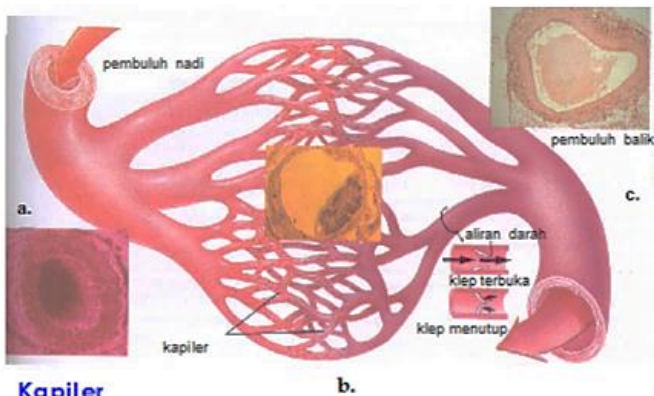
1. mengalirkan darah ke jantung
2. mempunyai lebih sedikit otot daripada arteri
3. bentuknya agak lebih pipih daripada arteri
4. berdinding lebih tipis daripada arteri
5. membawa darah dengan tekanan rendah
6. mempunyai klep satu arah untuk mempertahankan gerakan darah ke arah jantung. Jika ada gerakan darah membalik, tekanan darah akan menutup klep, sehingga darah tidak bisa melanjutkan untuk mengalir balik sebagaimana ditunjukkan Gambar 8.



### Gambar 8

Arah aliran darah dalam pembuluh balik. Apabila darah mengalir balik, klep akan menutup.

Jantung memompa darah membentuk dua peredaran. Peredaran pertama dari jantung menuju paru-paru kemudian kembali ke jantung, disebut peredaran darah kecil. Peredaran kedua dari jantung ke seluruh bagian tubuh kemudian kembali ke jantung, disebut peredaran darah besar. Darah menuju paru-paru banyak membawa karbondioksida, disebut darah kotor; sedangkan yang keluar paru-paru membawa banyak oksigen disebut darah bersih.



### Kapiler

Pembuluh-pembuluh darah dalam tubuh menjadi sangat sempit sampai tidak bisa disebut sebagai pembuluh nadi atau pembuluh balik. Bagian ini disebut kapiler. Kapiler adalah pembuluh darah terkecil, hanya bisa dilihat dengan bantuan mikroskop. Kapiler menghubungkan pembuluh nadi dengan pembuluh balik. Dinding kapiler hanya setebal satu sel. Tubuh kalian lebih banyak mempunyai kapiler daripada pembuluh nadi dan pembuluh balik. Sari makanan dan oksigen meresap melalui proses difusi ke sel tubuh melalui dinding kapiler yang tipis. Zat-zat sisa, misalnya karbondioksida bergerak dari sel-sel tubuh meresap melalui proses difusi ke dalam kapiler untuk dibawa kembali ke jantung. Gambaran susunan/struktur pembuluh nadi, vena dan kapiler darah dapat dilihat pada Gambar 9.

### Aliran dan Tekanan Darah

Pasokan darah secara tetap penting bagi seluruh bagian tubuh. Pemompaan darah oleh jantung menghasilkan tekanan darah yang diperlukan untuk mendorong darah dalam pembuluh darah. Agar tekanan darah terjaga tetap, maka pembuluh harus terisi penuh oleh darah. Bila terjadi kehilangan darah akibat kecelakaan atau penyakit, tekanan dapat hilang. Darah tidak dapat bergerak ke tempat yang diinginkan. Sebagai akibatnya sel-sel tubuh akan mati.

### Gambar 9

Pembuluh darah:  
a. pembuluh nadi,  
b. kapiler,  
c. pembuluh balik.

### Lab Mini 2




#### Kenali dan Cintai Jantungmu

Buatlah poster tentang jantung dan bagian-bagiannya! Gambar jantung dapat kamu kreasi sesuai ide kelompokmu. Lengkapilah bagan ke arah paru-paru dan bagian tubuh lain sehingga terbentuk peredaran darah kecil dan besar. Tuliskan juga kata-kata ajakan agar semua orang merawat dan mendintai jantungnya. Kamu dapat menambahkan gambar atau ikon lain agar postermu menarik.

Hipertensi/9

**Tabel 1**

Tekanan darah manusia berdasarkan umurnya.

	Umur (tahun)	Minimum	Normal	Maksimum
	1 – 5	80 / 55	95 / 65	110 / 79
	6 – 13	90 / 60	105 / 70	115 / 80
	14 – 19	105 / 73	117 / 77	120 / 81
	20 – 24	108 / 75	120 / 79	132 / 83
	25 – 29	109 / 76	121 / 80	133 / 84
	30 – 34	110 / 77	122 / 81	134 / 85
	35 – 39	111 / 78	123 / 82	135 / 86
	40 – 44	112 / 79	125 / 83	137 / 87
	45 – 49	115 / 80	127 / 84	139 / 88
	50 – 54	116 / 81	129 / 85	142 / 89
	55 – 59	118 / 82	131 / 86	144 / 90
	60 – 64	121 / 83	134 / 87	147 / 91

Saat jantung memompa darah melalui sistem kardiovaskular, darah memiliki tekanan darah di dinding pembuluh darah. Tekanan darah tertinggi berada di pembuluh nadi, karena itu umumnya diukur di dalam pembuluh nadi besar dan biasanya dinyatakan dalam dua angka, sebagaimana ditunjukkan Tabel 1, misalnya 95/65. Angka pertama menunjukkan tekanan saat bilik berkontraksi dan darah ditekan keluar jantung, disebut angka sistol. Angka kedua menunjukkan tekanan saat bilik relaksasi dan mengisi darah, tepat sebelum bilik-bilik ini berkontraksi lagi, disebut angka diastol. Tekanan darah manusia dipengaruhi umur dan dapat mencapai di atas angka sistol, yang disebut hipertensi atau tekanan darah tinggi.

## Intisari subbab

1. Apakah yang dimaksud tekanan?  
Besaran fisis apakah yang mempengaruhi tekanan?
2. Tuliskan organ-organ sistem peredaran darah dan fungsinya dalam proses peredaran darah dalam tubuh kita!
3. **Berpikir kritis:** Mengapa tekanan darah manusia dipengaruhi oleh umur dan berpotensi mengalami hipertensi ketika memasuki usia lanjut?

## Bina Keterampilan

### Proyek Mini



Carilah informasi orang terdekat di sekitarmu yang pernah mengalami hipertensi. Observasilah kebiasaan hidup orang tersebut. Jika memungkinkan, mintalah ijin untuk mewawancarainya atau mewawancarai keluarganya tentang tekanan darahnya, aktivitas kesehariannya, dan penyakit hipertensi yang dideritanya. Carilah artikel di internet terkait hipertensi dan penyebabnya. Buatlah laporan sederhana tentang proyekmu ini.

## Kisi-kisi Penilaian

No	Indikator	Teknik Penilaian	Bentuk Instrumen	Contoh Instrumen
1	Menentukan besarnya tekanan	Tes tulis	PG	Soal no 1, 2
2	Menjelaskan prinsip kerja jantung berdasarkan hukum Pascal	Tes tulis	Uraian	Soal no 3
3	Mengidentifikasi organ sistem peredaran darah beserta ciri-cirinya	Tes tulis	PG	Soal no 4
4	Menjelaskan penyakit hipertensi beserta penyebab terjadinya	Tes tulis	Uraian	Soal no 5a dan 5b
5	Menjelaskan terjadinya stroke	Tes tulis	PG	Soal no 5c
6	Menjelaskan hubungan tekanan darah dan umur manusia	Tes tulis	Uraian	Soal no 5d
7	Menjelaskan kebiasaan-kebiasaan hidup untuk menjaga tekanan darah normal	Tes tulis	Uraian	Soal no 5e

Nama: \_\_\_\_\_

Kelas: \_\_\_\_\_

### LP-1: Penilaian Pengetahuan

#### A. Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan cermat!

1. Perhatikan gambar benda P, Q, R, dan S di bawah ini.



Bila massa keempat benda tersebut sama dan permukaan alas benda-benda tersebut berbentuk bujur sangkar, benda yang memberikan tekanan paling besar pada lantai adalah ...

- A. P
  - B. Q
  - C. R
  - D. S
2. Perhatikan gambar sepatu di bawah ini.

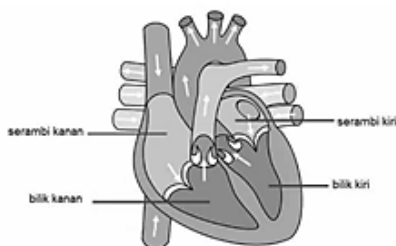


Bila sepatu-sepatu tersebut dipakai oleh seseorang secara bergantian, di antara pernyataan di bawah ini yang benar adalah ...

- A. tekanan semua sepatu sama, karena berat pemakai sama
- B. tekanan sepatu c paling besar, karena alasnya paling luas
- C. tekanan sepatu d paling besar, karena alasnya paling sempit
- D. tekanan sepatu d paling kecil, karena alasnya paling sempit



3. Perhatikan bagan jantung di samping. Jantung memiliki klep atau katup yang berfungsi mempertahankan agar darah mengalir dalam satu arah. Berdasarkan hukum Pascal, jelaskan bagaimana jantung memompa darah dari serambi menuju bilik kemudian masuk ke pembuluh darah.



4. Manakah yang benar tentang pembuluh darah berikut ini

Pilihan	Arteri	Vena
A.	berdinding tebal dan berotot.	mempunyai klep satu arah untuk mempertahankan arah aliran.
B.	Mempunyai klep dua arah untuk mempertahankan arah aliran.	membawa darah dengan tekanan tinggi
C.	membawa darah dengan tekanan rendah	membawa darah keluar dan menjauhi jantung
D.	bentuknya agak pipih	berdinding lebih tipis

5. Perhatikan data tekanan darah normal manusia berdasar umurnya di bawah ini.

Umur (tahun)	Normal
1 - 5	95 / 65
6 - 13	105 / 70
14 - 19	117 / 77
20 - 24	120 / 79
25 - 29	121 / 80
30 - 34	122 / 81
35 - 39	123 / 82
40 - 44	125 / 83
45 - 49	127 / 84
50 - 54	129 / 85
55 - 59	131 / 86
60 - 64	134 / 87

Jelaskan:

- Apakah yang dimaksud tekanan darah tinggi (hipertensi)?
- Apakah yang menyebabkan hipertensi? Gunakan besaran fisis gaya dan luas penampang untuk menjelaskan hal tersebut.
- Kapankah terjadi stroke?
- Mengapa tekanan darah manusia dipengaruhi oleh umur dan berpotensi mengalami hipertensi ketika memasuki usia lanjut?
- Kebiasaan hidup (minimal dua) yang dapat membantu agar tekanan darah terjaga normal.

## Jawaban LP-1: Penilaian Pengetahuan

1. A                      2. C                      4. A                      Skor setiap soal = 15

3.

Jawaban	Skor
1. Menurut hukum Pascal, tekanan fluida dalam ruang tertutup akan diteruskan ke segala arah dengan sama besar. 2. Ketika serambi memompa, klep antara serambi dan bilik terbuka, sehingga darah mengalir dari serambi ke bilik. 3. Ketika bilik memompa, klep antara serambi dan bilik tertutup sedangkan klep pembuluh terbuka, sehingga darah tidak kembali ke serambi tetapi mengalir ke pembuluh. 4. Kerja jantung di atas bisa maksimal, jika klep tidak mengalami masalah sehingga terjadi kebocoran (tidak tertutup lagi, sebagaimana dipersyaratkan hukum Pascal)	
Kalimat kunci muncul satu saja	5
Kalimat kunci muncul semua	20

5.

Jawaban	Skor
a. Hipertensi adalah tekanan darah di atas tekanan normal	5
b. Ketika terjadi penyempitan luas penampang pembuluh darah, maka gaya dorong pada aliran darah meningkat, akhirnya memperbesar tekanan pada dinding pembuluh darah.	20
c. Ketika tekanan pada dinding pembuluh darah terus meningkat sehingga pembuluh darah tidak lagi kuat menahannya sehingga pecah. Saat itulah terjadi stroke.	10
d. Semakin bertambahnya umur, elastisitas/kelenturan pembuluh darah berkurang, banyak terjadi endapan (kolesterol) di dalam pembuluh darah. Sehingga berpotensi terjadi penyempitan pembuluh darah.	20
e. Banyak aktivitas yang bisa dilakukan, antara lain (diminta 2 contoh aktivitas): 1. Pola hidup sehat, antara lain: banyak minum air putih, menghindari makanan yang berlemak, dan tidur cukup. 2. Melakukan olah raga atau aktivitas fisik secara rutin dan disesuaikan kondisi. Tidak memaksakan diri ketika sudah merasa lelah. 3. Menghindari stres, karena stres akan memicu pemompaan jantung lebih keras dari biasanya.  Menyebutkan satu jawaban benar skor 5.	10

Nama: \_\_\_\_\_ Kelas: \_\_\_\_\_ Kelompok: \_\_\_\_\_

## LP-2: Penilaian Kinerja

## Membuat Poster

Petunjuk:

Berilah tanda ✓ pada kolom 1, 2, atau 3, bila siswa/kelompok menunjukkan kinerja sebagaimana dideskripsikan pada Rubrik Penskoran.

No	Elemen kinerja yang dinilai	Penilaian		
		1	2	3
1	Judul/kalimat pesan			
2	Isi			
3	Tampilan			
4	Kreativitas			

## Rubrik Penskoran

No	Elemen kinerja yang dinilai (bobot)	Skor dan deskriptor		
		1	2	3
1	Judul/kalimat pesan (20)	Tidak menarik dan tidak menggambarkan isi	Menarik tetapi tidak menggambarkan isi	Menarik dan menggambarkan isi
2	Isi (30)	Tidak lengkap dan tidak sesuai dengan pesan	Lengkap dan sesuai pesan, tetapi ada yang tidak akurat atau tidak benar	Lengkap, sesuai pesan, dan akurat
3	Tampilan (20)	Sebagian besar tidak menarik	Sebagian besar menarik	Menarik dan hampir tidak ada kekurangannya
4	Kreativitas (30)	Standar, tidak ada ide baru	Ada ide baru, tetapi kurang mendukung pesan yang disampaikan	Terdapat ide baru dan mendukung pesan

$$\text{Nilai kinerja} = \frac{\text{Jumlah}(\text{bobot} \times \text{skor})}{3}$$

Nama: \_\_\_\_\_ Kelas: \_\_\_\_\_ Kelompok: \_\_\_\_\_

## LP-2: Penilaian Kinerja

### Menilai Tugas Proyek

Petunjuk:

Berilah tanda  $\checkmark$  pada kolom 1, 2, atau 3, bila siswa/kelompok menunjukkan kinerja sebagaimana dideskripsikan pada Rubrik Penskoran.

No	Aspek yang dinilai	Penilaian		
		1	2	3
1	Perencanaan			
2	Pelaksanaan			
3	Pelaporan			

### Rubrik Penskoran

Aspek yang dinilai	Penilaian yang diberikan		
	1	2	3
<b>Perencanaan</b>	Responden tidak jelas, instrumen observasi atau wawancara tidak ada, dan waktu pengumpulan data tidak jelas	Identitas responden dan waktu pengumpulan data jelas, tetapi instrumen observasi atau wawancara tidak ada	Identitas responden dan waktu pengumpulan data jelas, instrumen observasi atau wawancara ada
<b>Pelaksanaan</b>	Pelaksanaan tidak sesuai rencana, data tidak akurat, dan tidak ada analisis	Pelaksanaan sesuai rencana, tetapi data tidak akurat, dan/atau tidak ada pembahasan	Pelaksanaan sesuai rencana, data akurat, analisis dan pembahasan komprehensif.
<b>Pelaporan</b>	Kesimpulan dan sistematika tidak sesuai, dan/atau tidak berdasarkan data	Kesimpulan dan sistematika sesuai, tetapi kurang komprehensif	Kesimpulan dan, sistematika sesuai, dan komprehensif

**Lampiran C**  
**Perangkat pembelajaran Biologi SMA - Model PjBL**

RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN

Kelas/Semester	XII / 1	Hari/Tgl	
Pertemuan	3-4	Waktu	2 x 2jp

Topik	Pertumbuhan
Kompetensi Dasar	<ul style="list-style-type: none"> <li>Merencanakan dan melaksanakan percobaan tentang faktor luar yang memengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman, dan melaporkan secara tertulis dengan menggunakan tatacara penulisan ilmiah yang benar</li> </ul>
Tujuan Pembelajaran	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mendesain rancangan proyek percobaan faktor eksternal pertumbuhan tanaman</li> <li>Melaksanakan percobaan untuk menyelidiki faktor eksternal pertumbuhan tanaman</li> <li>Membuat laporan hasil percobaan faktor eksternal pertumbuhan tanaman menggunakan tatacara penulisan ilmiah yang benar.</li> </ul>

Langkah-langkah Pembelajaran

Tahap	Kegiatan
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menyampaikan salam, mengecek dan mengondisikan siswa</li> <li>Memberi penguatan tentang aturan membuat tulisan ilmiah.</li> <li>Memotivasi peserta didik dengan menyajikan contoh karya ilmiah siswa SMA yang memenangi kompetisi nasional atau internasional (Lampiran 1), kemudian dikaitkan dengan tujuan pembelajaran atau indikator pencapaian kompetensi serta menekankan tugas proyek percobaan pertumbuhan.</li> </ul>
Inti	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peserta didik dengan bimbingan guru menemukan pertanyaan-pertanyaan mendasar terkait faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman.</li> <li>Peserta didik menyusun rencana proyek percobaan pertumbuhan sesuai pertanyaan mendasar yang dirumuskan.</li> <li>Peserta didik menyusun jadwal aktivitas penyelesaian proyek dan menyiapkan penyelesaian proyek, meliputi rencana percobaan, pembagian tugas kelompok, waktu dimulainya percobaan, waktu penyelesaian tugas, dan sistematika pelaporan.</li> <li>Guru memonitor aktivitas peserta didik selama penyusunan rencana, pelaksanaan, dan pelaporan hasil percobaan. Guru mereview rancangan percobaan dan memberikan saran-saran untuk perbaikan. Selebihnya monitoring dilakukan di luar jam pelajaran menggunakan rubrik Lampiran 2.</li> <li>Peserta didik melakukan percobaan, mencatat hasil pengamatan, serta menganalisis dan mendiskusikannya secara kelompok, hingga tersusun laporan ilmiah.</li> <li>Peserta didik difasilitasi untuk berdiskusi dan merumuskan temuan (<i>new inquiry</i>).</li> <li>Guru mereview dan menilai laporan ilmiah yang dihasilkan peserta didik dan memberikan catatan perbaikan.</li> <li>Peserta didik dengan bimbingan guru merumuskan temuan faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman</li> </ul>
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perwakilan peserta didik diminta mengungkapkan pengalamannya selama menyelesaikan proyek.</li> <li>Guru memberikan penghargaan pada kelompok yang kerjanya bagus.</li> </ul>

Referensi	<ul style="list-style-type: none"> <li>BSE Biologi SMA materi pertumbuhan dan perkembangan tanaman, misalnya dapat diunduh dari <a href="https://www.slideshare.net/RianMaulana1/buku-biologi-sma-kelas-xii-bse-2009-siti-nur-rochimah">https://www.slideshare.net/RianMaulana1/buku-biologi-sma-kelas-xii-bse-2009-siti-nur-rochimah</a></li> </ul>
Alat/Bahan/ Media	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alat/bahan sesuai rancangan kelompok</li> <li>Berita siswa SMA pemenang karya ilmiah (Lampiran 1)</li> </ul>
Asesmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kisi-kisi dan Lembar/Instrumen Penilaian (Lampiran 2)</li> </ul>

Kepala Sekolah

Alam Semesta

Surabaya, .....  
Guru Biologi

Sifi



Aysa Aurealya Maharani, dan Anggina Rafitri, meraih medali emas pada kompetisi Life Science di Seoul, Korea Selatan, 25 Juli 2019 lalu.

## Temukan Obat Penyembuh Kanker, Siswa SMA Kalteng Juara Dunia

Tiga siswa SMAN 2 Palangkaraya, Kalimantan Tengah, meraih juara dunia atas temuan obat penyembuh kanker dengan bahan baku alami berupa batang pohon tunggal atau dalam bahasa dayak disebut dengan bajakah. Tanaman ini diperoleh di hutan Kalimantan Tengah.

Ketiga siswa itu bernama Yazid, Anggina Rafitri, dan Aysa Aurealya Maharani.

"Kami sepakat untuk mengikuti lomba Youth National Science Fair 2019 (YNSF) yang dilaksanakan di Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) Bandung. Kami bersyukur berhasil memenangi perlombaan tersebut. Bahkan, tak disangka kami menjadi perhatian dan berhasil meraih juara, dengan memperoleh medali emas, terbaik se-Indonesia," ujarnya.

"Sangat tidak diduga kami kembali berhasil meraih juara di tingkat internasional, dengan meraih juara dunia life sains pada ajang World Invention Olympic (WICO) di Seoul, Korea Selatan. Kami kembali memperoleh medali emas dengan menggeser 22 negara yang ikut berkompetisi saat itu," kata Aysa.

"Ke depan kami akan terus berupaya menggali potensi alam lain agar Kalimantan Tengah yang kaya akan sumber daya bisa bermanfaat bagi banyak orang," kata Anggina.

Diunduh dari: <https://regional.kompas.com/read/2019/08/13/07432331/cerita-lengkap-siswa-sma-temukan-obat-penyembuh-kanker-hingga-menang-juara?page=all>

## SMA 1 PURBALINGGA JUARA 1 LKTI NASIONAL

Posted by Dinkominfo | Nov 25, 2019 | PRESTASI | 0 • | 



**Tim Kelompok Ilmiah Remaja (KIR) Ganesha SMA Negeri 1 Purbalingga keluar sebagai juara pertama pada Lomba Karya Tulis Ilmiah (LKTI) Nasional "Insectday 2019". Lomba yang diperuntukkan bagi siswa SMA/MA/SMK se Indonesia ini diselenggarakan oleh Ikatan Mahasiswa Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian (Faperta) Universitas Gajah Mada (UGM) Yogyakarta.**

**Tim KIR Ganesha mengungguli karya peserta lainnya, lewat alat yang diciptakannya yakni "Alat Perangkap Hama Berbasis Mikrokontroler Menggunakan Arduino Mega 2560 pada Media Hidroponik".**

**Tim KIR Ganesha terdiri tiga orang. Yakni Gilang Rizky (klas XI MIPA 6), Alif Syukron (XI MIPA 6) dan Dewanta Auffer (XI MIPA 8).**

**Atas prestasinya itu, TIM KIR Ganesha mendapatkan piagam, piala dan sejumlah uang pembinaan.**

Diunduh dari: <https://www.purbalinggakab.go.id/v1/sma-1-purbalingga-juara-1-lkti-nasional/>



Nama: \_\_\_\_\_ Kelas: \_\_\_\_\_ Kelompok: \_\_\_\_\_

### LP: Penilaian Kinerja

## Laporan Ilmiah

Petunjuk:

Berilah skor 0-10 pada setiap aspek penilaian sesuai kinerja yang ditunjukkan.



No	Aspek yang dinilai	Penilaian			
		Bobot	Skor	Skor terbobot	
1	<b>Laporan Ilmiah:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistematika, minimal mencakup: Pendahuluan, Rumusan Masalah, Langkah Percobaan, Data dan Analisis, Kesimpulan, dan Referensi</li> <li>• Tata tulis: ditulis/diketik rapi, tata letak bagus, dan jelas</li> <li>• Menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar</li> </ul>	2			
2	<b>Rancangan Percobaan:</b> Sesuai rumusan masalah, alat dan bahan memadai, mengandung ide kreatif	3			
3	<b>Data dan Analisis:</b> Data lengkap dan disajikan secara sistematis; analisis komprehensif dan terdapat pembahasan	3			
4	<b>Kesimpulan:</b> Sesuai rumusan masalah, mengacu data dan analisis; substansi benar	2			
<b>Skor terbobot total</b>					

Keterangan:

Skor terbobot = bobot X skor

Maksimum skor terbobot = 100

**Lampiran D**  
**Perangkat pembelajaran Fisika SMA - Literasi Sains**

**FISIKA – SMA – LITERASI SAINS**

**RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN**

<b>Kelas/Semester</b>	XII/1	<b>Hari/Tgl</b>	
<b>Pertemuan</b>	1-2	<b>Waktu</b>	2 x 40'

<b>Topik</b>	Optika Geometri
<b>Kompetensi Dasar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menjelaskan fenomena cahaya secara ilmiah</li> <li>Menggunakan metode ilmiah dalam menyelesaikan masalah keseharian berkaitan dengan konsep cahaya</li> </ul>
<b>Tujuan Pembelajaran</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menjelaskan peristiwa pemantulan pada jalan kering dan basah di malam hari.</li> <li>Menjelaskan mengapa penyelam menggunakan kaca mata selam dapat melihat lebih jelas daripada mata telanjang.</li> <li>Mengidentifikasi pertanyaan yang dapat dieksplorasi dalam penelitian ilmiah.</li> <li>Menjelaskan cara mengeksplorasi pertanyaan-pertanyaan ilmiah.</li> <li>Mentransformasi data dari satu representasi ke representasi lain.</li> <li>Menganalisis dan menarik kesimpulan dengan tepat.</li> </ul>

**Langkah-langkah Pembelajaran**

Tahap	Kegiatan
<b>Pendahuluan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menyampaikan salam, mengecek dan mempersiapkan siswa</li> <li>Memotivasi siswa dengan menyajikan isu-isu sains (Lampiran 1).</li> <li>Menyampaikan tujuan pembelajaran atau indikator pencapaian kompetensi serta menekankan pentingnya literasi sains dalam kehidupan.</li> </ul>
<b>Inti</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siswa mengidentifikasi konsep-konsep sains dalam Fenomena Pelangi di LKS 1 (Lampiran 2), menuliskan beberapa rumusan masalah sains, kemudian memilih salah satu rumusan yang akan dieksplorasi.</li> <li>Merancang sebuah eksperimen (merumuskan hipotesis, identifikasi variabel, membuat definisi operasional variabel, merancang tabel pengamatan, dan merancang prosedur eksperimen) mengacu pada LKS 1, melaksanakan eksperimen dan membaca beberapa referensi terutama BAS 1 (Lampiran 3) untuk mendapatkan informasi yang diperlukan.</li> <li>Menumbuhkembangkan keyakinan siswa untuk menyelesaikan masalah dengan merumuskan kesimpulan berdasarkan data atau referensi yang digunakan.</li> <li>Memantapkan keyakinan siswa dalam menerapkan konsep-konsep yang telah ditemukan untuk menjelaskan fenomena ilmiah yang lain, produk teknologi, maupun pemecahan masalah.</li> <li>Siswa mendiskusikan hasil kinerja kelompok di depan kelas.</li> </ul>
<b>Penutup</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengecek hasil literasi sains siswa dengan meminta mengerjakan Lembar Penilaian: Literasi Sains (Lampiran 4) (apabila waktu tidak mencukupi dapat dikerjakan di rumah).</li> <li>Mengingatkan siswa untuk menyelesaikan tugas secara mandiri.</li> </ul>

<b>Referensi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>BAS 1 (Lampiran 3) atau buku lain yang sejenis.</li> </ul>
<b>Alat/Bahan/ Media</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alat/bahan sesuai LKS 1 (Lampiran 2)</li> <li>Media PhET: <i>Bending-light</i></li> <li>Contoh isu sains (Lampiran 1)</li> </ul>
<b>Asesmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lembar Penilaian: Literasi Sains (Lampiran 4)</li> </ul>

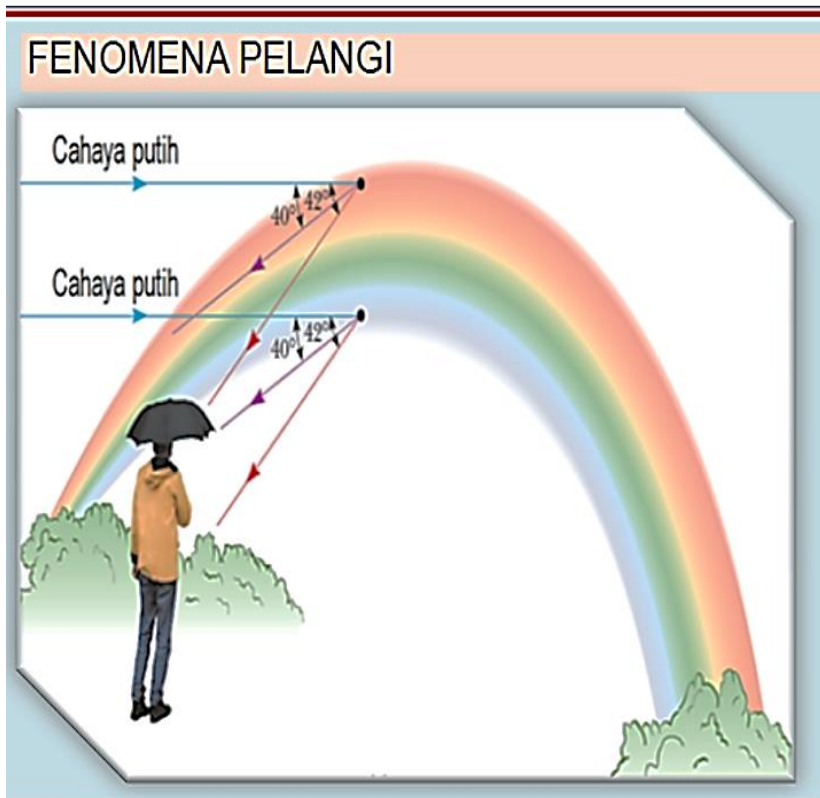
Kepala Sekolah

Alam Semesta

Surabaya, .....  
Guru Fisika

Sunarti

## ISU SAINS: FENOMENA PELANGI



Nama : .....

Kelompok : .....

No Absen : .....

Kelas/Semester : .....

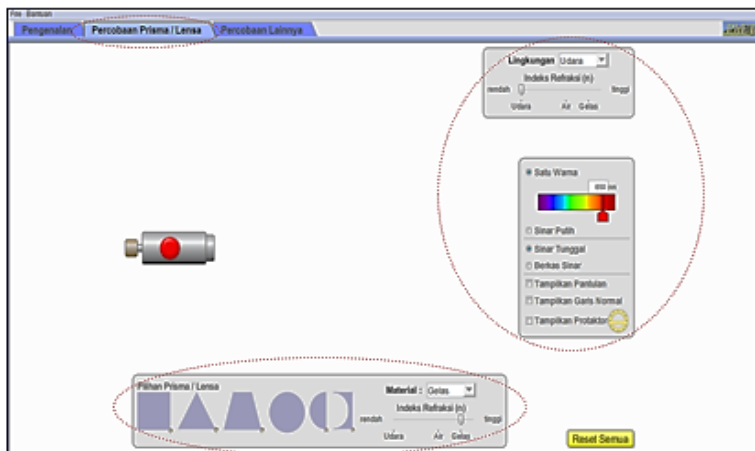
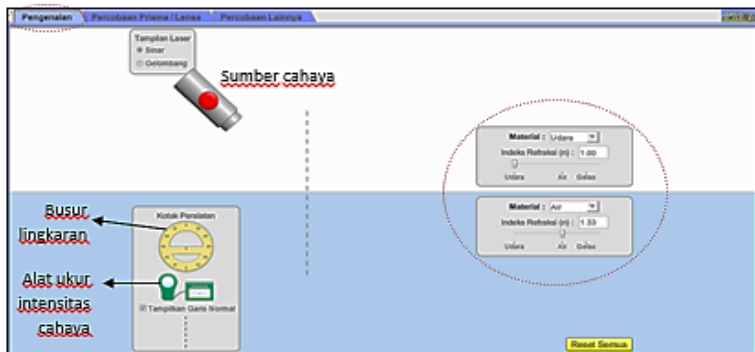
## LKS 1: Fenomena Pelangi

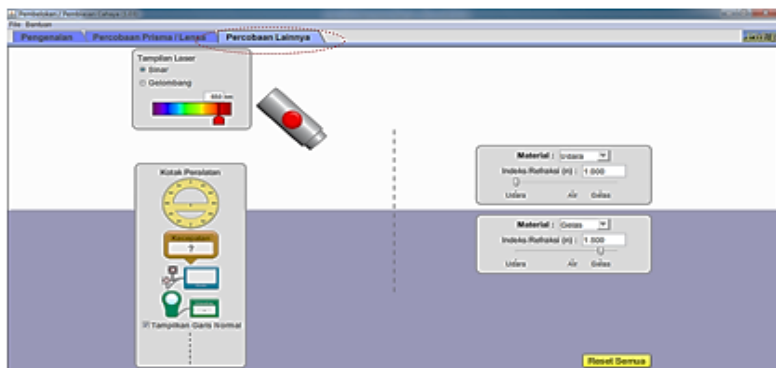
## A. Tujuan Kegiatan

1. Menjelaskan fenomena pemantulan dan pembiasan secara ilmiah
2. Menggunakan metode ilmiah dalam menyelesaikan masalah pemantulan dan pembiasan.

## B. Media PhET

Ketika membuka media PhET dengan judul *Bending-light in*, kamu akan mendapatkan tampilan media sebagai berikut:





### C. Identifikasi Masalah

Bacalah dengan seksama fenomena pelangi di bawah ini!

**KORAN MADURA**  
Situs Web untuk Bangsa Sabtu, 15 Juli 2014

[HOME](#) [NASIONAL](#) [BANGKALAN](#) [SAMPAANG](#) [PROBOLINGGO](#) [KEMENEP](#) [PROBOLINGGO](#) [LAJURU](#) [EPAPER](#)

[Berita](#) [Opini](#) [Forum](#) [Kabar Kelangkaan](#) [Reaksi](#)

---

**FENOMENA PELANGI GEGERKAN WARGA**  
 Published on Jul 15 2014 // [Jawa Timur, Tapal Kuda](#)

PROBOLINGGO – Munculnya pelangi di langit angkasa pada Senin (14/7) sekitar pukul 07.00 membuat sebagian warga Kelurahan Triwung Kidul Kecamatan Kademangan Probolinggo geger. Pasalnya, pelangi itu muncul secara tiba-tiba. Warna pelangi terlihat indah bersamaan terbitnya matahari. Munculnya pelangi memberikan banyak beragam tafsir dari masyarakat. Ada sebagian masyarakat yang mempunyai kesimpulan, jika munculnya pelangi tersebut mengandung makna yang penuh dengan arti tentang kehidupan. "Pelangi itu memang fenomena alam. Tapi sesungguhnya juga mempunyai makna dan arti," terang Yusuf Riadi saat dimintai komentarnya. Munculnya fenomena pelangi tersebut bisa ada kaitannya dengan pilpres. Apalagi situasi pilpres kali ini saling mengklaim sama-sama menang dengan merujuk metode hitung cepat (*quick count*). "Makanya masyarakat itu harus hat-hati menyikapi kondisi politik sekarang," ungkapnya. Sementara itu, ada sebagian masyarakat yang menilai jika munculnya pelangi itu sebagai fenomena alam yang sudah biasa terjadi. Sundari, seorang warga setempat mengungkapkan bahwa pelangi merupakan fenomena optik dan meteorologi yang menghasilkan spektrum cahaya matahari setelah terjadi hujan. Pelangi terbentuk ketika cahaya matahari yang merupakan cahaya polikromatik (terdiri dari banyak warna dengan panjang gelombang berbeda-beda) mengalami pembiasan oleh butir-butir air. Ketika cahaya matahari melewati butiran air akan mengalami pembiasan, seperti ketika sinar cahaya dengan sudut datang tertentu melewati kaca prisma akan dibiaskan dengan sudut bias tertentu, begitu juga ketika sinar cahaya dari prisma kembali ke udara akan dibiaskan lagi dengan sudut bias tertentu menurut persamaan pembiasan:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \text{ dan } \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

Sudut yang dibentuk oleh sinar keluar prisma dengan sinar yang masuk ke prisma disebut sudut deviasi. Jadi ketika cahaya matahari mengenai butir-butir air (menyerupai kaca prisma) akan mengalami pembiasan dua kali sehingga membentuk warna pelangi. Warna pelangi tersusun dengan merah di paling atas dan ungu di paling bawah pelangi.

Tuliskan konsep-konsep sains yang dapat kamu temukan dalam fenomena di atas!

.....

.....

Berdasarkan konsep-konsep sains yang ditemukan, tuliskan beberapa rumusan masalah yang memungkinkan untuk diselidiki dengan alat dan bahan yang tersedia!

.....

.....

.....

#### D. Eksplorasi

##### 1. Merencanakan Sebuah Eksperimen

Pilih salah satu rumusan masalah yang telah kamu tuliskan, kemudian rencanakanlah sebuah eksperimen untuk menguji rumusan masalah tersebut!

**Rumusan Masalah:**

.....

.....

**Rumusan Hipotesis:**

.....

.....

**Identifikasi Variabel:**

Variabel	Keterangan
Manipulasi	
Respon	
Kontrol	

**Definisi Operasional Variabel (DOV):**

DOV	Keterangan
Manipulasi	
Respon	
Kontrol	

**Rancangan Tabel Data Pengamatan:**

.....

.....

.....

.....

**Rancangan Prosedur Eksperimen:**

.....

.....

.....

.....

.....

## 2. Melaksanakan Eksperimen

Laksanakan penyelidikan seperti yang kamu rencanakan, dokumentasikan kegiatan eksperimenmu, dan catatlah data hasil pengamatanmu pada tabel data yang telah kamu buat sebelumnya.

Data Hasil Eksperimen:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Hasil Analisis Data:

.....  
.....  
.....

## 3. Mengkaji Sumber Referensi

Bacalah beberapa sumber referensi terutama Buku Ajar Siswa 1: Sifat-sifat Cahaya untuk melengkapi data hasil eksperimen yang telah kamu lakukan atau menjawab rumusan masalah yang belum diselidiki!

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

## E. Eksplanasi

Gunakanlah data-data eksperimen atau referensi yang kamu gunakan untuk menarik kesimpulan!

.....  
.....  
.....

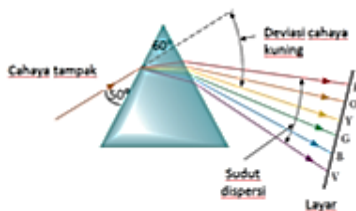
## F. Aplikasi

1. Temukanlah beberapa fenomena literasi sains terkait sifat-sifat cahaya dan berikanlah penjelasan secara ilmiah terhadap fenomena tersebut!

No	Fenomena Literasi Sains	Penjelasan Ilmiah
1		



2. Warna pelangi dapat dihasilkan oleh prisma sebagaimana ditunjukkan gambar di bawah ini. Jika indeks bias cahaya violet di kaca silika 1.66, dan cahaya merah 1.62. Tentukan sudut dispersi yang melewati prisma?



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Jelaskan beberapa penerapan sifat-sifat cahaya dalam produk teknologi?

No	Produk teknologi	Penjelasan

**Daftar Pustaka**

Serway, R.A & Jewett, J.W. (2014). *Physics, for scientists and engineer with modern physics, ninth edition*. USA: Cengage Learning, Inc.

Walker, J., Halliday, D. & Resnick. (2014). *Fundamentals of physics, tenth edition*. USA: John Wiley & Sons, Inc.

## Contoh Jawaban LKS 1: Fenomena Pelangi

### A. Identifikasi Masalah

Contoh konsep-konsep sains yang ditemukan siswa:

Sinar matahari, cahaya polikromatik, air, prisma, pemantulan, pembiasan, dispersi, indeks bias, panjang gelombang, sudut datang, sudut pantul, sudut bias, sudut dispersi, dll.

Berdasarkan konsep-konsep sains yang ditemukan, tuliskan beberapa rumusan masalah yang memungkinkan untuk diselidiki dengan alat dan bahan yang tersedia!

- Bagaimana pengaruh panjang gelombang sumber cahaya terhadap indeks bias air?
- Bagaimana pengaruh indeks bias tetesan air (prisma) terhadap sudut pembiasan cahaya?
- Bagaimana pengaruh besar indeks bias terhadap sudut dispersi pada prisma?
- Bagaimana pengaruh warna cahaya terhadap sudut pembiasan cahaya?
- Bagaimana pengaruh sudut datang terhadap sudut pantul pada prisma?

### B. Eksplorasi

#### 1. Merencanakan Eksperimen

Pilihlah salah satu rumusan masalah yang telah kamu tuliskan, kemudian rencanakanlah sebuah eksperimen untuk menguji rumusan masalah tersebut!

##### Rumusan Masalah:

Bagaimana pengaruh panjang gelombang cahaya terhadap besar indeks bias air?

##### Rumusan Hipotesis:

Semakin besar panjang gelombang cahaya maka indeks bias air semakin kecil.

##### Identifikasi Variabel:

Variabel	Keterangan
Manipulasi	Panjang gelombang cahaya
Respon	Indeks bias air
Kontrol	Sudut datang, jenis medium, dan jenis lingkungan.

##### Definisi Operasional Variabel (DOV):

DOV	Keterangan
Manipulasi	Panjang gelombang cahaya dalam media PHET dipilih sebesar 380 nm (warna ungu), 579 nm (warna kuning), dan 700 nm (warna merah).
Respon	Indeks bias air adalah nilai yang terbaca pada indeks bias refraksi dalam media PHET
Kontrol	Sudut datang 30°, jenis medium air, dan jenis lingkungan udara

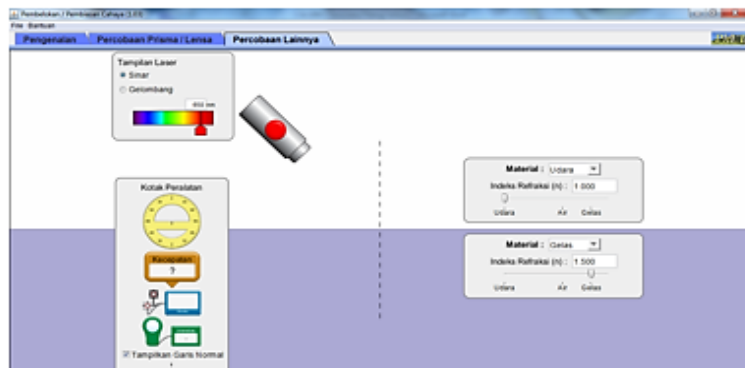
Rancangan Tabel Data Pengamatan:

Tabel 1. Data hasil Eksperimen Pengaruh Panjang Gelombang Cahaya terhadap Indeks Bias Air

No	Panjang Gelombang Cahaya	Indeks Bias Air
1	380 nm (warna ungu)	
2	579 nm (warna kuning)	
3	700 nm (warna merah)	

Rancangan Prosedur Eksperimen

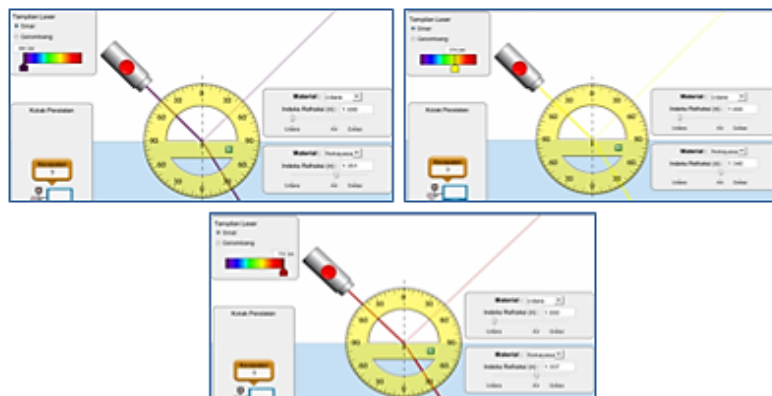
- Bukalah media PHET dengan judul "*Bending -light in*" dan pilihlah percobaan lainnya sehingga diperoleh tampilan sebagai berikut:



- Letakkan busur derajat di pusat garis normal, kemudian aturlah sudut datang sebesar  $30^\circ$ , material atas adalah udara, material bawah adalah air, dan tampilan laser dengan panjang gelombang 380 nm (warna ungu).
- Nyalakan sumber cahaya, catatlah besarnya indeks bias refraksi air pada Tabel 1.
- Ulangi langkah b dan c untuk panjang gelombang 579 nm (warna kuning) dan 700 nm (warna merah).

Laksanakan penyelidikan seperti yang kamu rencanakan, dokumentasikan kegiatan eksperimenmu, dan catat hasil pengamatanmu pada tabel data yang telah dibuat.

#### Dokumentasi Kegiatan:



#### Data Hasil Eksperimen:

Tabel 1. Data hasil Eksperimen Pengaruh Panjang Gelombang Cahaya terhadap Indeks Bias Air

No	Panjang Gelombang Cahaya	Indeks Bias Air
1	380 nm (warna ungu)	1.351
2	579 nm (warna kuning)	1.340
3	700 nm (warna merah)	1.337

#### Hasil Analisis Data:

Semakin besar panjang gelombang cahaya ternyata indeks bias air menjadi semakin kecil.

#### 4. Mengkaji Sumber Referensi

Bacalah beberapa sumber referensi terutama Buku Ajar Siswa 1: Sifat-sifat Cahaya untuk melengkapi data hasil eksperimen yang telah kamu lakukan atau menjawab rumusan masalah yang belum diselidiki!

- Sinar matahari merupakan sumber cahaya polikromatik dengan panjang gelombang berbeda-beda sesuai dengan warnanya.
- Panjang gelombang cahaya tampak dari tertinggi hingga terendah adalah merah, oranye, kuning, hijau, biru, dan ungu
- Sinar cahaya ketika melewati titik-titik air (berfungsi seperti prisma) akan mengalami peristiwa pembiasan, pemantulan, dan dispersi.
- Pada bidang batas medium udara dan air, selain terjadi pembiasan juga terjadi pemantulan. Peristiwa pembiasan menyebabkan adanya penyimpangan arah cahaya dan pada prisma akan mengalami dispersi cahaya, karena  $n$  bervariasi dengan panjang gelombang, cahaya berbeda warna yang melewati prisma akan dibiaskan pada sudut berbeda karena indeks bias dari kaca tergantung pada panjang gelombang. Cahaya violet menyimpang paling jauh, warna merah paling pendek.
- Peristiwa pemantulan akan menyebabkan cahaya dipantulkan pada tetes air hujan lainnya, sehingga perbedaan perbedaan waktu pembiasan antar tetes cahaya tersebut menyebabkan kita dapat melihat haluan.

#### C. Eksplanasi

Gunakanlah data-data eksperimen atau referensi yang kamu gunakan untuk menarik kesimpulan!

Pelangi terbentuk ketika cahaya matahari yang merupakan cahaya polikromatik mengenai butir-butir air. Butir-butir air hujan dapat berfungsi seperti kaca prisma, sehingga ketika cahaya matahari dengan panjang gelombang berbeda-beda melewati butiran air akan mengalami peristiwa pembiasan, pemantulan, dan dispersi. Peristiwa pembiasan menyebabkan adanya penyimpangan arah cahaya dan pada prisma akan mengalami dispersi cahaya, karena  $n$  bervariasi dengan panjang gelombang, cahaya berbeda warna yang melewati prisma akan dibiaskan pada sudut berbeda karena indeks bias dari kaca tergantung pada panjang gelombang. Cahaya violet menyimpang paling jauh, warna merah paling pendek, dan warna lainnya berada di antaranya. Pemantulan sinar cahaya oleh suatu butir air akan mengenai butir air lainnya dan seterusnya, sehingga perbedaan perbedaan waktu pembiasan antar tetes cahaya tersebut menyebabkan kita dapat melihat haluan.

#### D. Aplikasi

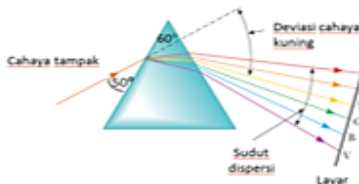
1. Temukanlah beberapa fenomena literasi sains terkait pemantulan dan pembiasan cahaya dan berikanlah penjelasan secara ilmiah terhadap fenomena tersebut!

No	Fenomena Literasi Sains	Penjelasan Ilmiah
1	Pemantulan pada jalan basah dan kering di mala hari	Ketika jalan kering maka permukaan jalan kasar, cahaya dari kendaraan mengenai jalan dan dipantulkan difus sehingga jalan terlihat jelas. Ketika jalan basah maka permukaan jalan yang dipenuhi air menjadi halus, cahaya mengalami pemantulan spekular, sehingga cahaya hanya dipantulkan lurus ke depan dan pengemudi melihat apa yang langsung

	di depannya. Cahaya dari samping tidak pernah mencapai matanya
--	--

No	Fenomena Literasi Sains	Penjelasan Ilmiah
2	Warna riak air saat matahari terbenam tampak berbeda	Warna berbeda muncul dari pemantulan spekular dan pemantulan difus. Daerah tenang (permukaan halus) akan memantulkan cahaya spekular yang merupakan cahaya merah muda dari matahari terbenam. Daerah dengan riak-riak kecil akan memantulkan cahaya difus, sehingga cahaya dari semua bagian langit akan dipantulkan ke mata pengamat. Karena sebagian besar dari langit masih biru pada awal matahari terbenam, daerah-daerah tersebut akan tampak biru.

2. Indeks bias cahaya violet di kaca silika 1.66, dan cahaya merah 1.62. Tentukan sudut dispersi yang melewati prisma?



Penyelesaian:

Sudut dispersi  $\phi$  menyatakan lebar spektrum yang ditimbulkan oleh prisma yang besarnya bergantung pada selisih antara sudut deviasi warna ungu dan warna merah

$$\phi = (n_u - n_m) \beta = (1,66 - 1,62) \times 60^\circ = 2,4^\circ$$

4. Jelaskan beberapa penerapan pemantulan dan pembiasan dalam produk teknologi?

No	Produk teknologi	Penjelasan
1	Spektrometer prisma	<ul style="list-style-type: none"> <li>Untuk mempelajari panjang gelombang yang dipancarkan oleh sumber cahaya. Cahaya dari sumber dikirim melalui celah sempit, celah disesuaikan dengan lensa untuk menghasilkan sinar paralel atau terkolimasi. Cahaya kemudian melewati prisma dan diuraikan menjadi spektrum. Cahaya yang dibiaskan diamati melalui teleskop. Teleskop dapat dipindahkan atau prisma dapat diputar untuk melihat berbagai panjang gelombang yang memiliki berbagai sudut penyimpangan.</li> <li>Untuk mengidentifikasi gas. Panjang gelombang tertentu yang dipancarkan oleh gas berfungsi sebagai "sidik jari" dari gas. Misalnya natrium hanya memancarkan dua panjang gelombang dalam spektrum tampak yaitu dua garis kuning berjarak dekat. Uap merkuri memiliki karakteristik spektrum sendiri yang terdiri dari empat panjang gelombang yang menonjol (garis oranye hijau, biru, dan ungu) bersama dengan beberapa panjang gelombang intensitas yang lebih rendah.</li> <li>Analisis spektral merupakan pengukuran panjang gelombang yang dipancarkan atau diserap oleh suatu zat. Ahli kimia dan ahli biologi menggunakan spektroskopi inframerah untuk mengidentifikasi molekul, astronom menggunakan spektroskopi cahaya tampak untuk mengidentifikasi elemen pada bintang-bintang jauh, dan ahli geologi menggunakan analisis spektral untuk mengidentifikasi mineral.</li> </ul>
2	Kaca mata selam	<ul style="list-style-type: none"> <li>Benda dalam air jika dilihat dengan mata telanjang biasanya terlihat kabur dan tidak terfokus. Indeks bias kornea (1,376) hampir sama dengan indeks bias air (1,333) sehingga sedikit sekali pembiasan yang terjadi ketika seseorang di dalam air</li> </ul>

		<p>melihat benda dengan mata telanjang. Sinar cahaya dari benda terfokus di belakang retina, menghasilkan bayangan yang kabur. Penyelam dapat menggunakan kaca mata selam untuk melihat dengan jelas benda- benda di dalam air. Udara (1,0029) antara mata dan permukaan peralatan menyediakan sejumlah pembiasan normal pada permukaan antara mata dan air, dan cahaya dari benda terfokus pada retina.</p>
--	--	--

#### Daftar Pustaka

- Serway, R.A & Jewett, J.W. (2014). *Physics, for scientists and engineer with modern physics, ninth edition*. USA: Cengage Learning, Inc.
- Walker, J., Halliday, D. & Resnick. (2014). *Fundamentals of physics, tenth edition*. USA: John Wiley & Sons, Inc.

# SIFAT-SIFAT CAHAYA

Fisika SMA Kelas XI Semester 2



## Reviu Materi

### MEMULAI AKTIVITAS

- A. Pemantulan dan Pembiasan Cahaya
- B. Dispersi Prisma
- C. Pemantulan Internal Total

### RINGKASAN

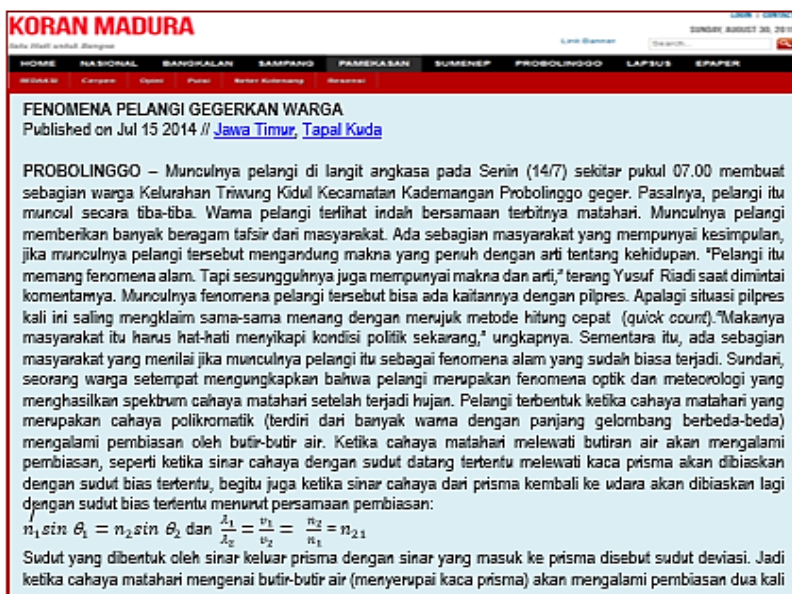
### Sang Bianglala

Pelangi merupakan fenomena optik dan meteorologi yang menghasilkan spektrum cahaya yang hampir bersambung di langit apabila matahari bersinar setelah terjadinya hujan. Proses terbentuknya pelangi berlangsung ketika seberkas cahaya matahari mengenai titik-titik air yang besar, maka sinar itu dibiaskan oleh bagian depan permukaan air. Pada saat sinar memasuki titik air, sebagian sinar akan dipantulkan oleh bagian belakang permukaan air, kemudian mengenai permukaan depan, dan akhirnya dibiaskan oleh permukaan depan. Dengan demikian sinar ini pun diuraikan menjadi spektrum cahaya matahari. Pelangi merupakan contoh peristiwa dispersi pada kehidupan sehari-hari.



## AYO MENGONSTRUKSI LITERASI SAINS

Bacalah dengan seksama fenomena pelangi di bawah ini!



**KORAN MADURA**  
Jawa Timur Sabtu, 15 Juli 2014

HOME | NASIONAL | BANYUWANG | BANGSANG | PAMEKASAN | SUMENEP | PROBOLINGGO | LAPIS | ERAPEK

MOBIL | Canggih | Canggih | Pabrik | Motor | Keren | Keren

### FENOMENA PELANGI GEGERKAN WARGA

Published on Jul 15 2014 // [Jawa Timur](#), [Tapal Kuda](#)

PROBOLINGGO – Munculnya pelangi di langit angkasa pada Senin (14/7) sekitar pukul 07.00 membuat sebagian warga Kelurahan Triwung Kidul Kecamatan Kademangan Probolinggo geger. Pasalnya, pelangi itu muncul secara tiba-tiba. Wama pelangi terlihat indah bersamaan terbitnya matahari. Munculnya pelangi memberikan banyak beragam tafsir dari masyarakat. Ada sebagian masyarakat yang mempunyai kesimpulan, jika munculnya pelangi tersebut mengandung makna yang penuh dengan arti tentang kehidupan. "Pelangi itu memang fenomena alam. Tapi sesungguhnya juga mempunyai makna dan arti," terang Yusuf Riadi saat dimintai komentarnya. Munculnya fenomena pelangi tersebut bisa ada kaitannya dengan pilpres. Apalagi situasi pilpres kali ini saling mengklaim sama-sama menang dengan merujuk metode hitung cepat (*quick count*). "Makanya masyarakat itu harus hati-hati menyikapi kondisi politik sekarang," ungkapnya. Sementara itu, ada sebagian masyarakat yang menilai jika munculnya pelangi itu sebagai fenomena alam yang sudah biasa terjadi. Sundari, seorang warga setempat mengungkapkan bahwa pelangi merupakan fenomena optik dan meteorologi yang menghasilkan spektrum cahaya matahari setelah terjadi hujan. Pelangi terbentuk ketika cahaya matahari yang merupakan cahaya polikromatik (terdiri dari banyak warna dengan panjang gelombang berbeda-beda) mengalami pembiasan oleh butir-butir air. Ketika cahaya matahari melewati butiran air akan mengalami pembiasan, seperti ketika sinar cahaya dengan sudut datang tertentu melewati kaca prisma akan dibiaskan dengan sudut bias tertentu, begitu juga ketika sinar cahaya dari prisma kembali ke udara akan dibiaskan lagi dengan sudut bias tertentu menurut persamaan pembiasan:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \text{ dan } \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

Sudut yang dibentuk oleh sinar keluar prisma dengan sinar yang masuk ke prisma disebut sudut deviasi. Jadi ketika cahaya matahari mengenai butir-butir air (menyerupai kaca prisma) akan mengalami pembiasan dua kali

### Identifikasi

Setelah membaca Koran Madura "Fenomena Pelangi Gegerkan Warga", identifikasilah konsep-konsep sains dalam fenomena tersebut kemudian tuliskan beberapa rumusan masalah yang memungkinkan untuk diselidiki.

### Eksplorasi

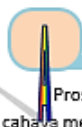
1. Rencanakan sebuah eksperimen (merumuskan hipotesis, mengidentifikasi variabel dan definisi operasional variabel, merancang tabel data pengamatan, dan prosedur eksperimen).
2. Laksanakan penyelidikan seperti yang Anda rencanakan, kemudian catatlah data hasil pengamatan pada tabel data yang telah Anda buat.
3. Kajian berbagai referensi untuk mendapatkan informasi pendukung yang diperlukan.

**Eksplanasi:** Buatlah kesimpulan berdasarkan data hasil eksperimen atau referensi yang digunakan.

**Aplikasi:** Gunakan konsep-konsep yang sudah ditemukan untuk menjelaskan fenomena ilmiah yang lain, produk teknologi, maupun pemecahan masalah.

**Refleksi:** Lakukan diskusi hasil kinerja kelompok di depan kelas.



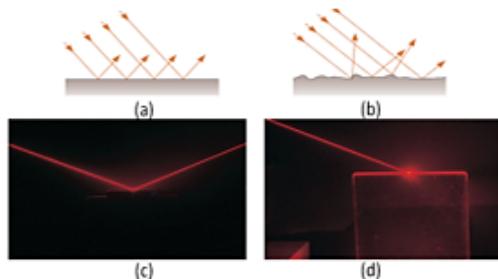


## Pemantulan dan Pembiasan

Proses pemantulan dan pembiasan dapat terjadi ketika cahaya melewati bidang batas dari dua medium yang berbeda. Dalam peristiwa pemantulan, bagian dari cahaya yang mengenai medium kedua memantul kembali ke medium pertama. Dalam peristiwa pembiasan, cahaya ketika melewati medium kedua mengalami pembelokan dengan sudut tertentu terhadap garis normal. Seringkali, kedua peristiwa tersebut terjadi pada saat bersamaan, sebagian dari cahaya ada yang dipantulkan dan dibiaskan. Gambar 8.1, sinar cahaya adalah garis imajiner yang ditarik sepanjang arah perjalanan dari sinar. Misalnya, seberkas sinar matahari yang melewati ruang gelap menelusuri keluar jalur sinar cahaya. Anda juga akan memanfaatkan konsep muka gelombang cahaya. Sebuah muka gelombang melewati titik-titik dari gelombang yang memiliki fase dan amplitudo yang sama. Misalnya, muka gelombang pada Gambar 8.1 melewati permukaan puncak-puncak gelombang. Sinar cahaya, sesuai dengan arah gerak gelombang, garis lurus saling tegak lurus dengan muka gelombang. Ketika perjalanan sinar cahaya dalam arah paralel, muka gelombang adalah bidang tegak lurus terhadap sinar.

### 1. Pemantulan Cahaya

Ketika sinar cahaya melalui medium transparan mengenai medium kedua, akan dipantulkan kembali ke dalam medium pertama. Gambar 8.2a menunjukkan beberapa sinar cahaya yang mengenai permukaan halus seperti cermin akan dipantulkan sejajar satu sama lain. Pantulan cahaya dari suatu permukaan halus disebut pemantulan spekular.

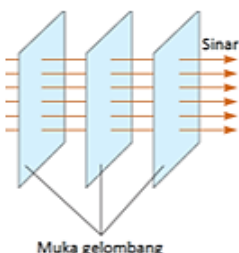


### Tujuan Pembelajaran

- Menjelaskan fenomena pemantulan dalam keseharian.
- Menerapkan metode ilmiah dalam menyelidiki fenomena pemantulan dalam keseharian.

### Kata Kunci

- Pemantulan
- Pembiasan



Gambar 8.1 Sebuah bidang gelombang bergerak ke kanan. Perhatikan bahwa sesuai arah gerak gelombang, sinar cahaya adalah garis tegak lurus dengan muka gelombang (Serway & Jewett, 2014, p. 1061).

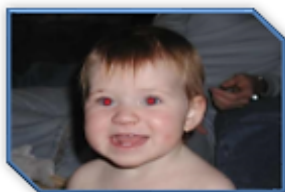
Gambar 8.2. Representasi skematik dari (a) pemantulan spekular, di mana semua sinar dipantulkan sejajar satu sama lain, dan (b) pemantulan difus, di mana perjalanan sinar dipantulkan dalam arah acak. (c, d) Foto-foto spekular dan refleksi difus, dibuat dengan sinar laser (Serway & Jewett, 2014, p. 1062).



Gambar 8.3 Menurut hukum pemantulan,  $\theta_i = \theta_r$  (Serway & Jewett, 2014, p. 1062).



Gambar 8.4 Peristiwa pemantulan pada malam hari, (a) melewati jalan basah, (b) melewati jalan kering (Serway & Faughn, 2002, p. 729).



Gambar 8.5 Mata merah adalah salah satu gejala fotografi yang kerap terjadi dalam pemotretan menggunakan flash, mata objek menjadi kemerahan akibat pantulan dari sinar flash kamera (wordpress, 2016).

Jika permukaan kasar seperti Gambar 8.2b akan memantulkan sinar dalam berbagai arah. Pemantulan dari permukaan kasar dikenal sebagai refleksi difus.

Permukaan pada Gambar 8.2a berperilaku sebagai permukaan halus selama variasinya kecil dibandingkan panjang gelombang cahaya datang. Gambar 8.2c dan 8.2d adalah foto masing-masing dari pemantulan spekular dan pemantulan difus sinar laser. Pertimbangkan perjalanan sinar cahaya dari udara dan datang membentuk beberapa sudut pada bidang datar (permukaan halus), seperti pada Gambar 8.3. Sinar datang dan sinar pantul membuat sudut  $\theta_i$  dan  $\theta_r$  terhadap garis normal (garis tegak lurus ke permukaan pada titik di mana sinar datang mengenai permukaan). Percobaan menunjukkan bahwa sudut pantul sama dengan sudut datang:

$$\theta_i = \theta_r \quad (8.2)$$

#### Fenomena Ilmiah 8.1

##### Pemantulan pada Jalan Kering dan Basah di Malam Hari

Seorang sopir dapat mempertimbangkan dua jenis pemantulan ketika mengamati permukaan jalan saat mengemudi di malam hari (Gambar 8.4). Ketika jalan kering, cahaya dari kendaraan melaju tersebar dari jalan di arah yang berbeda (pemantulan difus) dan jalan terlihat jelas. Namun, ketika jalan basah maka permukaan jalan yang dipenuhi air menjadi halus, cahaya mengalami pemantulan spekular. Ini berarti cahaya dipantulkan lurus ke depan dan pengemudi hanya melihat apa yang langsung di depannya. Cahaya dari samping tidak pernah mencapai matanya.

##### Produk Teknologi 8.1 Efek Mata Merah dalam Fotografi

Anda mungkin telah memperhatikan yang terjadi secara umum pada foto-foto individu, seperti pada Gambar 8.5. Mata mereka tampak bersinar merah. Hal ini terjadi ketika menggunakan sebuah perangkat flashdisk fotografi dengan lampu kilat dekat lensa kamera. Cahaya dari lampu kilat memasuki mata dan dipantulkan kembali sepanjang jalan aslinya dari retina. Jenis refleksi kembali sepanjang arah asli disebut *retroreflection*. Jika bagian flash dan lensa sama-sama dekatnya, cahaya yang dipantulkan kembali bisa masuk lensa. Sebagian besar cahaya yang dipantulkan dari retina berwarna merah, karena pembuluh darah di belakang mata, memberikan efek mata merah dalam foto.

## 2. Pembiasan Cahaya

Ketika sinar cahaya melewati medium transparan bertemu batas yang mengarah ke medium transparan lain pada Gambar 8.6a, sebagian dari sinar dipantulkan dan ada bagian yang memasuki medium kedua. Sinar yang masuk ke medium kedua mengalami pembelokan pada batas medium dikatakan dibiaskan. Sinar datang, sinar pantul, sinar bias, dan garis normal pada semua titik kejadian terletak pada bidang yang sama.

Sudut bias  $\theta_2$  di Gambar 8.6a, tergantung pada sifat dari dua medium dan sudut datang, melalui hubungan:

$$\frac{\sin \theta_2}{\sin \theta_1} = \frac{v_2}{v_1} = \text{konstan} \quad (8.3)$$

$v_1$  adalah cepat rambat cahaya dalam medium 1 dan  $v_2$  adalah cepat rambat cahaya dalam medium 2. Percobaan menunjukkan bahwa perjalanan pembiasan sinar cahaya melalui permukaan adalah reversibel. Misalnya, perjalanan sinar cahaya dari titik A ke titik B pada Gambar 8.6. Jika sinar

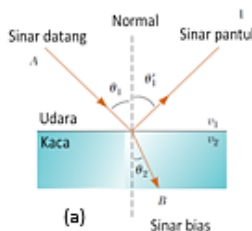
berasal dari B, sinar akan mengikuti jalan yang sama untuk mencapai titik A, tetapi sinar pantul berada dalam kaca.

Ketika sinar cahaya bergerak dari bahan dengan cepat rambat cahaya tinggi menuju bahan dengan cepat rambat cahaya lebih rendah, sudut pembiasan  $\theta_2$  kurang dari sudut datang. Sinar dibiaskan membelok mendekati arah garis normal, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.7a. Jika sinar cahaya bergerak dari bahan dengan cepat rambat cahaya rendah menuju bahan yang cepat rambat cahayanya lebih tinggi,  $\theta_2$  lebih dari  $\theta_1$ , sehingga sinar membelok menjauhi arah garis normal, seperti ditunjukkan pada Gambar 8.7b.

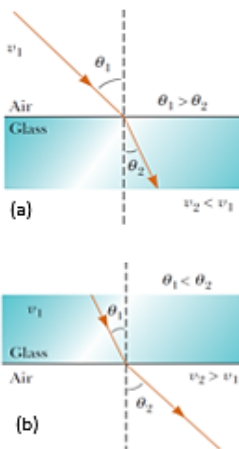
Ketika cahaya melewati satu medium transparan ke medium yang lain akan mengalami pembiasan karena cepat rambat cahaya dalam kedua medium tersebut berbeda. Indeks bias  $n$  suatu medium didefinisikan sebagai perbandingan  $c/v$

$$n = \frac{\text{cepat rambat cahaya dalam ruang vakum}}{\text{cepat rambat cahaya dalam sebuah bahan}} = \frac{c}{v} \quad (1.4)$$

Jadi, indeks bias adalah angka berdimensi yang lebih besar dari atau sama dengan satu, karena  $v$  selalu kurang dari  $c$ , dan  $n$  adalah sama dengan satu untuk vakum.



Gambar 8.6. (a) Sinar datang miring pada antarmuka udara-kaca. Sinar bias dibelokkan ke arah normal karena  $v_2 < v_1$ . (b) Cahaya datang pada balok kaca membelok ketika memasuki balok dan ketika meninggalkan balok (Serway & Jewett, 2014, p. 1065).

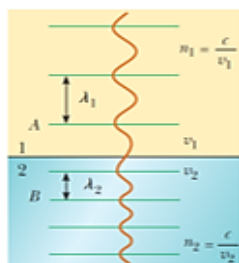


Gambar 8.7. (a) Ketika sinar bergerak dari udara ke dalam kaca, arahnya dibelokkan mendekati garis normal, (b) Bila sinar bergerak dari kaca ke udara, arahnya dibelokkan menjauhi garis normal (Serway & Jewett, 2014, p. 1066).

Tabel 8.1 Daftar indeks bias berbagai bahan

Substansi	Indeks bias	Substansi	Indeks bias
Padat pada 20°C		Zat pada 20°C	
Intan (C)	2,419	Benzena	1,501
Fluorit (Ca F <sub>2</sub> )	1,434	Karbon disulfida	1,628
Kuarsa lebur (SiO <sub>2</sub> )	1,458	Karbon tetraklorida	1,461
Galium fosfit	3,500	Etil alkohol	1,361
Kaca, untuk lensa	1,520	Gliserin	1,473
Kaca, polos	1,660	Air	1,333
Es (H <sub>2</sub> O)	1,309	Zat pada 0°C, 1 atm	
Polistirena	1,490	Udara	1,000293
Natrium klorida (NaCl)	1,544	Karbon dioksida	1,000450

(Serway & Jewett, 2014, p. 1067)



Gambar 8.8. Gelombang bergerak dari medium 1 ke medium 2, mengalami perubahan panjang gelombang tetapi frekuensi tetap konstan (Serway & Jewett, 2014, p. 1067).

#### HATI-HATI

Indeks bias berbanding terbalik dengan kelajuan gelombang. Ketika kelajuan gelombang  $v$  turun, indeks bias  $n$  akan naik. Oleh karenanya, semakin tinggi indeks bias suatu bahan, maka bahan akan semakin memperlambat cahaya dari kelajuannya di ruang hampa udara.

Kecepatan cahaya antar medium bervariasi disebabkan kelambatan waktu selama penyerapan dan pengurangan cahaya karena perjalanan cahaya dari atom ke atom tergantung pada struktur elektronik tertentu dari atom dalam setiap materi.

Selama cahaya melewati satu medium ke medium yang lain, frekuensi cahaya tidak berubah seperti ditunjukkan pada Gambar 8.8. Muka gelombang melewati pengamat pada titik A di medium 1 dengan frekuensi tertentu dan sinar datang pada bidang batas antara medium 1 dan medium 2. Frekuensi di mana muka gelombang melewati pengamat pada titik B di medium 2 harus sama dengan frekuensi di mana muka gelombang tersebut tiba di titik A. Jika hal ini tidak terjadi, muka gelombang akan menumpuk pada bidang batas atau dihancurkan atau dikreasikan pada bidang batas. Karena tidak satu pun dari peristiwa ini terjadi, maka frekuensi muka gelombang harus tetap sama sebagai sinar cahaya melewati satu medium ke medium lain.

Oleh karena itu, hubungan  $v = f\lambda$  harus valid di kedua medium dan  $f_1 = f_2 = f$ , kita melihat bahwa:

$$v_1 = f\lambda_1 \quad \text{dan} \quad v_2 = f\lambda_2 \quad (8.5)$$

Karena  $v_1 \neq v_2$  maka  $\lambda_1 \neq \lambda_2$ . Hubungan antara indeks bias dan panjang gelombang dapat diperoleh dengan membagi dua persamaan ini dan memanfaatkan definisi indeks bias yang diberikan oleh Persamaan 1.4.

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{c/n_1}{c/n_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (8.6)$$

yang memberikan:

$$\lambda_1 n_1 = \lambda_2 n_2$$

Kondisikan medium 1 menjadi vakum sehingga  $n_1 = 1$ , mengikuti Persamaan 8.6 bahwa indeks bias dari medium apapun dapat dinyatakan sebagai perbandingan:

$$n = \frac{\lambda_0}{\lambda_n} \quad (1.7)$$

di mana  $\lambda_0$  adalah panjang gelombang cahaya dalam ruang hampa dan  $\lambda_n$  adalah panjang gelombang dalam medium yang memiliki indeks bias  $n$ . Gambar 8.9 adalah representasi skematik dari pengurangan panjang gelombang cahaya ketika merambat dari vakum ke medium transparan.

Kita sekarang mencoba mengungkapkan Persamaan 8.3 dalam bentuk alternatif. Jika mengganti suku  $v_2/v_1$  di Persamaan 8.3 dengan  $n_2/n_1$  dari Persamaan 8.6 akan didapatkan:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad (8.8)$$

Penemuan hubungan eksperimental ini diperkenalkan oleh Willebord Snell (1591-1627) sehingga dikenal sebagai hukum Snellius pembiasaan.

#### Contoh 8.1 Sudut bias untuk kaca

Sinar cahaya dengan panjang gelombang 589 nm (dihasilkan oleh lampu natrium) datang dari udara menuju bagian atas lempengan kaca dengan sudut  $30,0^\circ$  terhadap garis normal seperti ditunjukkan pada Gambar 8.10. Tentukan sudut bias  $\theta_2$ .

Penyelesaian:

Susun kembali hukum pembiasan Snellius untuk mendapatkan persamaan:

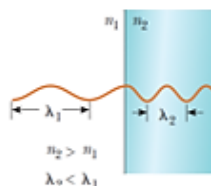
$$\sin \theta_2 = \frac{n_1}{n_2} \sin \theta_1$$

Dari Tabel 1.1, diperoleh informasi  $n_1 = 1,00$  untuk udara dan  $n_2 = 1,52$  untuk kaca, sehingga diperoleh:

$$\sin \theta_2 = \frac{1,00}{1,52} \sin 30,0^\circ = 0,329 \rightarrow \theta_2 = 19,2^\circ$$

$$\sin \theta_2 = 0,329 \rightarrow \theta_2 = 19,2^\circ$$

**Keterangan:** Perhatikan pembelokan sinar cahaya ke arah garis normal ketika memasuki bahan dari indeks bias yang lebih tinggi. Jika sinar cahaya melewati jalan yang sama secara terbalik, pembiasan akan menjauhi garis normal.



Gambar 8.9. Diagram skematik dari penurunan panjang gelombang cahaya ketika melewati medium dengan indeks bias rendah ke indeks bias lebih tinggi (Serway & Faughn, 2002, p. 733).



Sinar bias  
Gambar 8.10 Pembiasan cahaya pada kaca (Serway & Faughn, 2002, p. 733).

#### Uji Kompetensi 8.1

1. Tentukan sudut bias dari sebuah sinar cahaya yang bergerak dari dalam kaca menuju antarmuka kaca-udara pada sudut  $30,0^\circ$  terhadap garis normal?
2. Jelaskan prinsip kerja dari kaca mata selam.

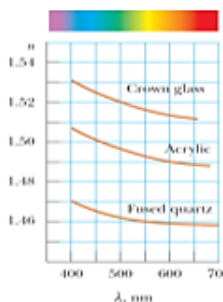


### Tujuan Pembelajaran

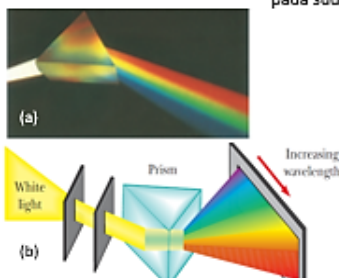
- Menentukan sudut dispersi cahaya yang melewati sebuah prisma.

### Kata Kunci

- Prisma
- Dispersi
- Sudut deviasi



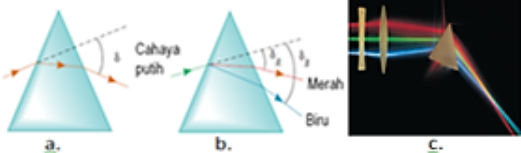
Gambar 8.11. Variasi indeks bias dalam spektrum yang terlihat sehubungan dengan panjang gelombang vakum dalam tiga bahan (Serway & Jewett, 2014, p. 1072).



Gambar 8.13. (a) Prisma menguraikan cahaya putih menjadi berbagai komponen spektral. (b) Cahaya berbeda warna melewati prisma dibiaskan pada sudut berbeda karena indeks bias dari kaca tergantung  $\lambda$ . Cahaya violet menyimpang paling jauh, warna merah paling sedikit (Serway & Faughn, 2002, p. 737).

## Dispersi Prisma

Indeks bias semua bahan kecuali vakum dipengaruhi pada panjang gelombang cahaya. Ketergantungan indeks bias pada panjang gelombang disebut dispersi. Gambar 8.11 adalah representasi grafis dari variasi indeks bias dengan panjang gelombang. Karena  $n$  adalah fungsi dari panjang gelombang, hukum Snell menunjukkan bahwa sudut bias dibuat ketika cahaya memasuki bahan tergantung pada panjang gelombang cahaya. Indeks bias untuk bahan biasanya menurun dengan meningkatnya panjang gelombang, berarti pembiasan cahaya violet ( $\lambda \cong 400 \text{ nm}$ ) lebih besar dari cahaya merah ( $\lambda \cong 650 \text{ nm}$ ) ketika merambat dari udara ke bahan. Pikirkan apa yang terjadi ketika cahaya membentur prisma.



Gambar 8.12. (a) Sebuah prisma membiaskan sinar cahaya dan deviasi cahaya melalui sudut  $\delta$ . (b) Ketika cahaya datang pada prisma, cahaya biru lebih membelok dari merah. (c) Cahaya melewati prisma dengan panjang gelombang berbeda dibiaskan pada sudut berbeda (Serway & Faughn, 2002, p. 737).

Sebuah sinar cahaya tunggal dengan panjang gelombang tertentu datang pada sisi kiri prisma akan muncul jauh menyimpang dari arah yang dilewati semula dengan sudut deviasi  $\delta$ . Dispersi menyebabkan warna berbeda akan dibiaskan melalui sudut penyimpangan berbeda, dan sinar yang muncul dari sisi kedua prisma tersebar dalam serangkaian warna yang dikenal sebagai **spektrum cahaya tampak**, seperti Gambar 8.13. Warna-warna tersebut dalam rangka penurunan panjang gelombang merah, oranye, kuning, hijau, biru, dan ungu. Cahaya violet menyimpang paling jauh, cahaya merah paling sedikit, dan warna spektrum yang tersisa tampak diantara keduanya



## Produk Teknologi 8.2 Spektrometer Prisma

Prisma sering digunakan dalam instrumen yang dikenal sebagai spektrometer prisma, elemen-elemen penting dari yang ditunjukkan pada Gambar 8.14a. Alat ini biasa digunakan untuk mempelajari panjang gelombang yang dipancarkan oleh sumber cahaya, seperti lampu sodium wap. Cahaya dari sumber tersebut dikumpulkan melalui celah sempit, celah disesuaikan dengan lensa untuk menghasilkan sinar paralel atau terkolimasi. Cahaya kemudian melewati prisma dan diuraikan menjadi spektrum. Cahaya yang dibiaskan diamati melalui teleskop. Eksperimen dengan melihat gambar berwarna berbeda dari celah melalui lensa teleskop. Teleskop dapat dipindahkan atau prisma dapat diputar untuk melihat berbagai panjang gelombang yang memiliki berbagai sudut penyimpangan. Gambar 8.14b menunjukkan salah satu jenis spektrometer prisma yang digunakan di laboratorium. Semua gas panas bertekanan rendah memancarkan karakteristik spektrumnya sendiri. Dengan demikian, salah satu penggunaan spektrometer prisma untuk mengidentifikasi gas. Misalnya, natrium hanya memancarkan dua panjang

gelombang dalam spektrum tampak: dua garis kuning berjarak dekat. (Gambar seperti garis terang dari celah yang tampak di spektroskop disebut garis spektrum.) Demikian juga, wap merkuri memiliki karakteristik spektrum sendiri, yang terdiri dari empat panjang gelombang yang menonjol (garis oranye hijau, biru, dan ungu) bersama dengan beberapa panjang gelombang intensitas yang lebih rendah. Panjang gelombang tertentu yang dipancarkan oleh gas berfungsi sebagai "sidik jari" dari gas itu. Analisis spektral merupakan pengukuran panjang gelombang yang dipancarkan atau diserap oleh suatu zat, adalah alat umum yang sering digunakan di kalangan ilmiah. Misalnya, ahli kimia dan ahli biologi menggunakan spektroskopi inframerah untuk mengidentifikasi molekul, astronom menggunakan spektroskopi cahaya tampak untuk mengidentifikasi elemen pada bintang-bintang jauh, dan ahli geologi menggunakan analisis spektral untuk mengidentifikasi mineral.



Gambar 8.14 (a) Warna-warna dalam spektrum dilihat melalui teleskop. (b) bagian-bagian spektrometer prisma (Serway & Faughn, 2002, p. 738).

### Contoh 1.2 Sudut dispersi prisma

Sebuah prisma dengan sudut puncak  $60^\circ$  dilewati sinar cahaya putih. Apabila indeks bias cahaya violet di prisma adalah 1,66 dan cahaya merah 1,62. Tentukan sudut dispersi yang melewati prisma?

Penyelesaian:

Sudut dispersi  $\phi = (n_v - n_m) \delta$  menyatakan lebar spektrum yang ditimbulkan oleh prisma yang besarnya bergantung pada selisih antara sudut deviasi warna ungu dan warna merah, sehingga diperoleh:

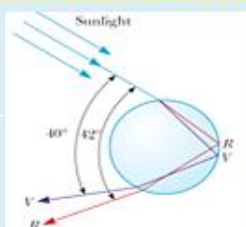
$$\phi = (n_v - n_m) \delta = (1,66 - 1,62) \times 60^\circ = 2,4^\circ$$

**Catatan:** Sudut dispersi prisma tidak dipengaruhi sudut datang sinar cahaya menuju prisma.



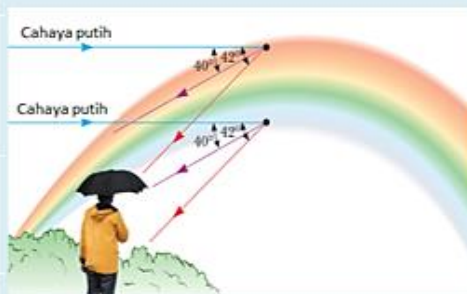
Gambar 8.15 Menentukan sudut dispersi dari sebuah prisma.

## Fenomena Ilmiah 8.2 Fenomena Pelangi



Gambar 8.16 Pembiasan cahaya Matahari oleh tetesan air hujan berbentuk bola (Serway & Jewett, 2014, p. 1073).

Dispersi cahaya paling jelas ditunjukkan melalui pembentukan pelangi di alam, sering terlihat oleh pengamat diposisi antara Matahari dan rintik-rintik hujan. Sebuah sinar cahaya yang lewat di atas kepala mengenai setetes air di atmosfer akan dibiaskan dan dipantulkan seperti ditunjukkan pada Gambar 8.16. Hal pertama dibiaskan di permukaan depan tetesan hujan yang turun, dengan cahaya ungu menyimpang paling jauh dan cahaya merah paling dekat. Pada permukaan belakang tetesan hujan, cahaya dipantulkan dan kembali ke permukaan depan, di mana mengalami pembiasan lagi ketika bergerak dari air ke udara. Sinar meringgalkan tetesan hujan sehingga sudut datang antara cahaya putih dan cahaya ungu kembali adalah  $40^\circ$  dan sudut antara cahaya putih dan sinar merah kembali  $42^\circ$ . Perbedaan sudut kecil antara sinar kembali menyebabkan kita melihat haluan.



Gambar 8.17 Variasi indeks bias dalam spektrum yang terlihat sehubungan dengan panjang gelombang vakum dalam tiga bahan (Serway & Jewett, 2014, p. 1073).

Perhatikan seorang pengamat melihat pelangi, seperti pada Gambar 8.17. Jika hujan yang tinggi di langit sedang diamati, cahaya merah kembali dari penurunan bisa mencapai pengamat karena menyimpang paling jauh, tapi cahaya violet melewati pengamat karena menyimpang sedikit. Oleh karena itu, pengamat melihat penurunan ini sebagai merah. Demikian pula, cahaya violet terhadap pengamat dan tampak ungu (cahaya merah dari penurunan ini akan mengenai tanah dan tidak tampak). Warna yang tersisa dari spektrum akan mencapai pengamat dari hujan terletak di antara dua posisi ekstrim ini.

## Uji Kompetensi 1.2

Berikan penjelasan secara rasional terkait fenomena di bawah ini!

### FENOMENA ALAM

#### Pelangi Aneh di AS Bawa Pertanda Mists?

Minggu, 23 Agustus 2015 09:30 WIB | [Himawan.Uku.JRI/Solopos.com](http://Himawan.Uku.JRI/Solopos.com) |



Solopos.com, ISLE OF PALM – Warga Isle of Palm, Carolina, AS, sempat dihebohkan oleh penampakan pelangi aneh berbentuk burung. Fenomena alam pelangi aneh yang disebut sebagai *fire rainbow* itu mengiasi langit AS kurang lebih satu jam. Justin Lock, ahli meteorologi AS mengatakan perlu ada kombinasi sempurna antara awan dan matahari untuk menghasilkan pelangi unik itu. "Sinar matahari harus menembus ke kristal es pada awan cirrus dengan sudut tertentu untuk menghasilkan efek prisma dan spektrum warna dengan bentuk unik itu," ungkap Justin seperti dilansir laman Mirror, Jumat (21/8/2015).

Sebagian masyarakat percaya bahwa fenomena alam pelangi aneh itu membawa pertanda mists. Karena bentuknya yang meluk-luk, beberapa orang menyebutnya sebagai pelangi Phoenix-burung besar bertulu api dalam mitologi Yunani. Dhimpun Solopos.com dari berbagai sumber, beberapa mitologi di dunia menyebut pelangi terutama yang berbentuk burung adalah pertanda akhir dunia dan masa-masa kritis. Suku Maya di AS memercayai jika dewa sedang marah, maka Bumi akan dibakar dengan hujan meteor. Setelah dewa merasa dosa manusia sudah terbayarkan, maka ia akan memunculkan pelangi berbentuk burung sebagai tanda murkanya telah berhenti. Legenda di Norwegia mengatakan pelangi berbentuk burung merupakan kendaraan para dewa yang tinggal di Asgard (kahyangan) untuk turun ke Midgard (bumi) dalam rangka menjemput roh-roh dan manusia yang gugur dalam peperangan. Masyarakat India mengatakan fenomena alam berupa pelangi merupakan busur panah milik dewa. Kemunculan pelangi menandakan adanya dewa yang tengah bertarung melawan iblis.



## DAFTAR PUSTAKA

- Jurusan Fisika. (2013). *Kurikulum prodi pendidikan fisika tahun 2013, berbasis KKNI*. Surabaya: Tim Prodi Pendidikan Fisika
- Moller K.D. (2007). *Optics*. Newark New Jersey. New Jersey Institute of Technology.
- Heimbecker, B., Nowikow, I., Howes, C. T., Mantha, J., Smith, B. P., and Bommel, H. M. (2002). *Physics: Concepts and connections two*. Toronto: Irwin Publishing.
- Serway, R.A & Jewett, J.W. (2014). *Physics, for scientists and engineer with modern physics, ninth edition*. USA: Cengage Learning, Inc.
- Nugroho, 2015. Goresan rindu.
- Serway, R.A & Faughn, J.S (1999). *College physics, seventh edition*. USA: Harcourt Brace College
- Wordpress. 2016. Menghilangkan efek mata merah pada foto. <http://www.slepetan.com/tutorial/menghilangkan-efek-mata-merah-pada-foto>.

## Kisi-kisi Penilaian

Tujuan Pembelajaran	LP dan Butir Soal	Kunci Jawaban
<b>Literasi Sains</b>	<b>LP 2: Literasi Sains</b>	<b>Kunci LP 2: Literasi Sains</b>
3.1.1 Menjelaskan peristiwa pemantulan pada jalan kering dan basah di malam hari.	Butir 1	Butir 1
3.1.2 Menjelaskan mengapa penyelam menggunakan kaca mata selam dapat melihat lebih jelas daripada mata telanjang.	Butir 2	Butir 2
4.1.1 Mengidentifikasi pertanyaan yang dapat dieksplorasi dalam penelitian ilmiah.	Butir 3a	Butir 3a
4.1.2 Menjelaskan cara mengeksplorasi pertanyaan-pertanyaan ilmiah.	Butir 3b	Butir 3b
4.1.3 Mentransformasi data dari satu representasi ke representasi lain.	Butir 3a	Butir 3a
4.1.4 Menganalisis dan menarik kesimpulan dengan tepat.	Butir 3b	Butir 3b

Nama : .....

Kelas : .....

NIM : .....

Semester : .....

### LP: Literasi Sains

1. Seorang sopir mengendarai mobil pada malam hari melewati jalan kering dan basah



Jalan kering



Jalan basah

Jelaskan peristiwa pemantulan yang dirasakan sopir pada kedua jalan tersebut!

.....  
.....

2. Jelaskan mengapa penyelam yang menggunakan kaca mata selam dapat melihat lebih jelas dibandingkan dengan mata telanjang.

.....  
.....  
.....

3. Perhatikan fenomena di bawah ini



#### Pensil Tampak Bengkok

Sebatang pensil yang dicelupkan sebagian ke dalam zat cair, maka pensil tersebut terlihat seperti gambar disamping. Peristiwa tersebut merupakan fenomena berkaitan dengan pembiasan cahaya. Pembiasan adalah pembelokan arah berkas cahaya ketika berkas cahaya tersebut melewati bidang batas antara dua medium tembus cahaya yang berbeda kerapatan optiknya dan memenuhi persamaan:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{c/n_1}{c/n_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

- a. Identifikasilah rumusan masalah yang dapat diselidiki secara ilmiah!

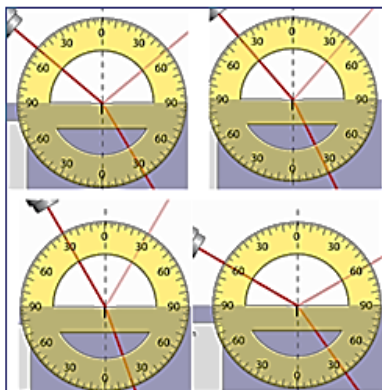
.....  
.....

- b. Pilihlah salah satu dari rumusan masalah yang telah Anda identifikasi pada soal a, kemudian rencanakan penyelidikan meliputi merumuskan hipotesis, identifikasi variabel dan definisi operasional variabel, merancang tabel data pengamatan, dan merancang prosedur eksperimen untuk mengeksplorasi pertanyaan tersebut

.....  
.....

4. Budi melakukan eksperimen dengan mengarahkan sinar cahaya dari medium udara ke medium x sebanyak empat kali untuk menguji hipotesis “jika sudut datang diperbesar maka indeks bias bahan adalah tetap yaitu intan.” Diketahui indeks bias beberapa bahan adalah sebagai berikut:

No	Medium	Indeks Bias
1	Intan	2,419
2	Kaca crown	1,520
3	Gliserin	1,473
4	Air	1,333
5	Es	1,309
6	udara	1,000



- a. Representasikan hasil pengamatan tersebut dalam bentuk tabel data pengamatan maupun grafik? Lakukan analisis terhadap hasil representasi kamu!

.....

.....

- b. Buatlah kesimpulan hasil percobaan yang dilakukan saintis?

.....

.....

### Kunci LP: Literasi Sains

1. Seorang sopir mengendarai mobil pada malam hari melewati jalan kering dan basah



Jalan kering



jalan basah

Jelaskan peristiwa pemantulan yang dirasakan sopir pada kedua jalan tersebut!

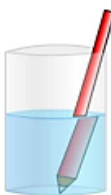
Seorang sopir saat mengemudi melewati jalan kering di malam hari akan melihat jalan dengan jelas, jalan yang kering membuat permukaannya tidak merata sehingga cahaya dari kendaraan yang mengenai permukaan jalan dipantulkan secara difus membuat daerah di sekitar jalan juga tampak terang. Ketika jalan basah maka permukaan jalan yang dipenuhi air menjadi halus, cahaya mengalami pemantulan spekular (cahaya dipantulkan lurus ke depan) membuat pengemudi hanya melihat apa yang langsung di depannya.

2. Jelaskan mengapa penyelam yang menggunakan kaca mata selam dapat melihat lebih jelas dibandingkan dengan mata telanjang.

Penyelesaian:

Benda dalam air jika dilihat dengan mata telanjang biasanya terlihat kabur dan tidak terfokus. Indeks bias kornea (1,376) hampir sama dengan indeks bias air (1,333) sehingga sedikit sekali pembiasan yang terjadi ketika seseorang di dalam air melihat benda dengan mata telanjang. Sinar cahaya dari benda terfokus di belakang retina, menghasilkan bayangan yang kabur. Penyelam dapat menggunakan kaca mata selam untuk melihat dengan jelas benda- benda di dalam air. Udara (1,0029) antara mata dan permukaan peralatan menyediakan sejumlah pembiasan normal pada permukaan antara mata dan air, dan cahaya dari benda terfokus pada retina.

3. Perhatikan fenomena di bawah ini



#### Pensil Tampak Bengkok

Sebatang pensil yang dicelupkan sebagian ke dalam zat cair, maka pensil tersebut terlihat seperti gambar disamping. Peristiwa tersebut merupakan fenomena berkaitan dengan pembiasan cahaya. Pembiasan adalah pembelokan arah berkas cahaya ketika berkas cahaya tersebut melewati bidang batas antara dua medium tembus cahaya yang berbeda kerapatannya optiknya dan memenuhi persamaan:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{c/n_1}{c/n_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

- a. Identifikasilah rumusan masalah yang dapat diselidiki secara ilmiah!

Penyelesaian:

- Bagaimana pengaruh indeks bias zat cair terhadap bentuk pensil di bidang batas zat cair-udara yang teramati?

- Bagaimana pengaruh sudut kemiringan pensil yang tercelup dengan permukaan zat cair terhadap bentuk pensil di bidang batas zat cair-udara yang teramati?
  - Bagaimana pengaruh indeks bias zat cair terhadap bentuk pensil di dalam zat cair yang teramati?
- b. Pilihlah salah satu dari rumusan masalah yang telah Anda identifikasi pada soal a, kemudian rencanakan penyelidikan meliputi merumuskan hipotesis, identifikasi variabel dan definisi operasional variabel, merancang tabel data pengamatan, dan merancang prosedur eksperimen untuk mengeksplorasi pertanyaan tersebut!

Contoh jawaban

**Rumusan Masalah:**

Bagaimana pengaruh indeks bias zat cair terhadap bentuk pensil di bidang batas zat cair-udara yang teramati?

**Rumusan Hipotesis:**

Jika indeks bias zat cair semakin besar maka hasil pengamatan bentuk pensil di bidang batas zat cair-udara tampak semakin bengkok.

**Identifikasi Variabel:**

Variabel	Keterangan
Manipulasi	Indeks bias zat cair
Respon	Bentuk pensil di bidang batas zat cair-udara
Kontrol	Bentuk wadah, volume air, posisi pengamatan, kemiringan pensil yang memasuki bidang batas medium zat cair-udara

**Definisi Operasional Variabel (DOV):**

DOV	Keterangan
Manipulasi	Mengubah indeks bias zat cair dengan menggunakan jenis zat cair berbeda yaitu air, alkohol, dan gliserin.
Respon	Bentuk pensil di bidang batas zat cair-udara diamati dengan menggunakan indera penglihatan dan dinyatakan dengan sedikit bengkok, agak bengkok, dan sangat bengkok.
Kontrol	Bentuk wadah tabung, volume air 400 liter, posisi pengamatan tegak lurus bidang batas zat cair-udara dan dari posisi tertentu, kemiringan pensil yang memasuki bidang batas medium zat cair-udara sebesar 30°.

**Merancang Tabel Data Pengamatan**

Tabel 1. Hasil Pengamatan Percobaan Pembiasan Cahaya

No	Indeks Bias	Hasil Pengamatan Bentuk Pensil di Bidang Batas Zat Cair-Udara
1	Air (n = ....)	
2	Alkohol (n = ....)	
3	Gliserin (n = ....)	

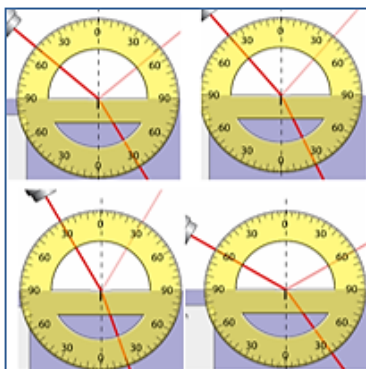
**Merancang Prosedur Eksperimen**

1. Siapkan wadah berisi air 400 liter, kemudian masukkan pensil dengan membentuk sudut 30° pada bidang batas medium zat cair-udara seperti gambar



2. Amati bentuk pensil dengan posisi mata tegak lurus bidang batas medium zat cair-udara dan catatlah hasil pengamatanmu pada Tabel 1.
  3. Ulangi langkah 1 dan 2 untuk zat cair berupa alkohol dan gliserin.
4. Budi melakukan eksperimen dengan mengarahkan sinar cahaya dari medium udara ke medium x sebanyak empat kali untuk menguji hipotesis "jika sudut datang diperbesar maka indeks bias bahan adalah tetap yaitu intan." Diketahui indeks bias beberapa bahan adalah sebagai berikut:

No	Medium	Indeks Bias
1	Intan	2,419
2	Kaca crown	1,520
3	Gliserin	1,473
4	Air	1,333
5	Es	1,309
6	udara	1,000



- a. Representasikan hasil pengamatan tersebut dalam bentuk tabel data pengamatan maupun grafik? Lakukan analisis terhadap hasil representasi kamu!

Penyelesaian:

No	Sudut Datang ( $^{\circ}$ )	Sudut Bias ( $^{\circ}$ )	Sudut Pantul ( $^{\circ}$ )	Nilai $\sin i/\sin r$
1	30	20	30	1,462
2	40	25	40	1,520
3	50	30	50	1,532
4	60	35	60	1,509

Data di atas menunjukkan semakin besar sudut datang maka sudut biasnya juga semakin besar sehingga indeks bias bahan sebagai perbandingan sinus sudut bias/sinus sudut datang seharusnya tetap (berkisar antara 1,462-1,532). Bahan yang paling mendekati adalah kaca crown. Selain itu, pada peristiwa pembiasan tetap berlaku hukum pemantulan yaitu sudut datang sama dengan sudut pantul.

- b. Buatlah kesimpulan hasil percobaan yang dilakukan saintis?

Penyelesaian:

Hipotesis ditolak, karena indeks bias bahan yang paling sesuai adalah kaca crown.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Nur, M. 2009. *Modul keterampilan-keterampilan proses sains*. Surabaya: Unipress.
- Serway, R.A & Jewett, J.W. (2014). *Physics, for scientists and engineer with modern physics, ninth edition*. USA: Cengage Learning, Inc.

