

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

FISIKA SMA

TERINTEGRASI
PENGUATAN PENDIDIKAN
KARAKTER

Kelompok
Kompetensi

D



PEDAGOGIK

Model-model Pembelajaran Fisika
dan Implementasinya

■ Suharto, S.Pd., M.T.

PROFESIONAL

Fluida, Kalor dan Teori Kinetik Gas

■ Eddy Susianto, S.Pd., M.Si.



Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
2017

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN FISIKA SMA

TERINTEGRASI
PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER

KELOMPOK KOMPETENSI D

MODEL-MODEL PEMBELAJARAN FISIKA DAN IMPLEMENTASINYA

■ Suharto, S.Pd., M.T.



Pusat Pengembangan Dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

**MATA PELAJARAN FISIKA
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)
KELOMPOK KOMPETENSI D**

MODEL-MODEL PEMBELAJARAN DAN IMPLEMENTASINYA

**Penulis:
Suharto, S.Pd., M.T.**



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2017

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

**MATA PELAJARAN FISIKA
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)
KELOMPOK KOMPETENSI D**

MODEL-MODEL PEMBELAJARAN DAN IMPLEMENTASINYA

Penanggung Jawab
Dr. Sediono Abdullah

Penyusun
Suharto, S.Pd., M.T. 022-4231191 suhartojago@gmail.com

Penyunting
Drs. Iwan Heryawan, M. Si.

Penelaah
Prof.Dr. Triyanta

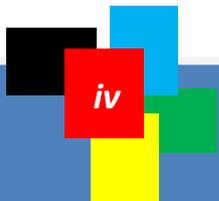
Penata Letak
Nurul Atma Vita

Copyright © 2017
*Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Ilmu
Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA),
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
*Dilarang mengcopy sebagian atau keseluruhan isi
buku ini untuk kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan
Kebudayaan*

KATA SAMBUTAN





KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke Hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) mata pelajaran Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*Learning Material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar mandiri, fleksibel dan pro-aktif, sesuai kondisi dan kebutuhan penguatan kompetensi yang ditetapkan dalam Standar Kompetensi Guru.

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan yang merupakan salah satu program PPPPTK IPA ini disusun dalam rangka fasilitasi program peningkatan kompetensi guru pasca UKG yang telah diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. Materi modul dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi Guru sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru yang dijabarkan menjadi Indikator Pencapaian Kompetensi Guru.

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan ini dibuat untuk masing-masing mata pelajaran yang dijabarkan ke dalam 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Materi pada masing-masing modul kelompok kompetensi berisi materi kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional guru mata pelajaran, uraian materi, tugas, dan kegiatan pembelajaran, serta diakhiri dengan evaluasi dan uji diri untuk mengetahui ketuntasan belajar. Bahan pengayaan dan pendalaman materi dimasukkan pada beberapa modul untuk mengakomodasi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kegunaan dan aplikasinya dalam pembelajaran maupun kehidupan sehari-hari.

Penyempurnaan modul ini telah dilakukan secara terpadu dengan mengintegrasikan penguatan pendidikan karakter dan kebutuhan penilaian



peserta didik di sekolah dan ujian yang berstandar nasional. Hasil dari integrasi tersebut telah dijabarkan dalam bagian-bagian modul yang terpadu, sesuai materi yang relevan.

Modul ini telah ditelaah dan direvisi oleh tim, baik internal maupun eksternal (praktisi, pakar dan para pengguna). Namun demikian, kami masih berharap kepada para penelaah dan pengguna untuk selalu memberikan masukan dan penyempurnaan sesuai kebutuhan dan perkembangan ilmu pengetahuan teknologi terkini.

Besar harapan kami kiranya kritik, saran, dan masukan untuk lebih menyempurnakan isi materi serta sistematika modul dapat disampaikan ke PPPPTK IPA untuk perbaikan edisi yang akan datang. Masukan-masukan dapat dikirimkan melalui email para penyusun modul atau email p4tkipa@yahoo.com.

Akhirnya kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada para pengarah dari jajaran Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Manajemen, Widyaiswara dan Staf PPPPTK IPA, Dosen dan Guru yang telah berpartisipasi dalam penyelesaian modul ini. Semoga peran serta dan kontribusi Bapak dan Ibu semuanya dapat memberikan nilai tambah dan manfaat dalam peningkatan Kompetensi Guru IPA di Indonesia.

Bandung, April 2017

Kepala PPPPTK IPA,

Dr. Sediono, M.Si.

NIP. 195909021983031002



DAFTAR ISI

	Hal
KATA SAMBUTAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	viii
PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	3
C. Peta Kompetensi	3
D. Ruang Lingkup	4
E. Cara Penggunaan Modul	4
KEGIATAN PEMBELAJARAN	
MODEL- MODEL PEMBELARAN IPA dan IMPLEMENTASINYA	9
A. Tujuan	10
B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	10
C. Uraian Materi	10
D. Aktivitas Pembelajaran	38
E. Latihan/Kasus/Tugas	41
F. Rangkuman	44
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	44
KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS	41
EVALUASI	43
PENUTUP	51
DAFTAR PUSTAKA	53
GLOSARIUM	56



DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 1	Alur strategi pelaksanaan pembelajaran tatap muka	5
Gambar 2	Alur pembelajaran tatap muka penuh	5
Gambar 3	Alur pembelajaran tatap muka kombinasi (in-on-in)	7
Gambar 1.1	Langkah-langkah pelaksanaan <i>Project Based Learning</i>	15
Gambar 1.2	Bagan siklus belajar jenis spiral	30

DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1	Kompetensi guru mapel dan indikator pencapaian kompetensi	3
Tabel 2	Daftar lembar kerja modul	8
Tabel 1.1	Peran guru, peserta didik dan masalah dalam pembelajaran berbasis masalah dapat digambarkan sebagai berikut.	25
Tabel 1.2	Tahapan-tahapan Model PBL	26
Tabel 1.3	Tahapan siklus belajar 5E	32
Tabel 1.4	Aktivitas dalam tahapan siklus belajar 5E	33

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dewasa ini peserta didik kita menghadapi berbagai tantangan, baik tantangan di tingkat lokal, nasional, regional, maupun internasional. Salah satu tantangan yang dihadapi peserta didik kita adalah bagaimana menjadi anggota masyarakat abad 21. Karakteristik yang dituntut untuk menjadi masyarakat abad 21 di antaranya adalah memiliki kemampuan yang sering disingkat dengan *4C*, yaitu *communication, collaboration, critical thinking and problem solving, dan creativity and innovation*. Selain tantangan yang dihadapi oleh peserta didik, guru pun menghadapi tantangan, tantangan agar peserta didiknya memenuhi tuntutan masyarakat abad 21. Ada tujuh tantangan yang dihadapi guru di abad 21, yaitu: (1) mengajar di masyarakat yang memiliki beragam budaya dengan kompetensi multi bahasa; (2) mengajar untuk mengkonstruksi makna; (3) mengajar untuk pembelajaran aktif; (4) mengajar dan teknologi; (5) mengajar dengan pandangan baru mengenai kemampuan; (6) mengajar dan pilihan; dan (7) mengajar dan akuntabilitas. Selanjutnya Yahya (2010) menambahkan tantangan yang dihadapi guru meliputi : (1) pendidikan berfokus pada *character building*; (2) pendidikan yang peduli pada perubahan iklim; (3) *entrepreneurial mindset*; (4) membangun *learning community*; dan (5) kekuatan bersaing bukan lagi kepandaian tetapi kreativitas dan kecerdasan bertindak. Tantangan-tantangan tersebut tentunya menuntut guru untuk mengubah paradigmanya dalam mengajar, dari yang berpusat pada guru menjadi berpusat pada peserta didik, dari mengajar menjadi membelajarkan peserta didik dengan menggunakan berbagai sumber belajar dan membuat atau menciptakan suasana belajar yang kondusif.



Guru dituntut mengadakan pembaharuan, diantaranya dalam penggunaan model pembelajaran. Model Pembelajaran secara umum dapat diartikan sebagai pola pembelajaran yang mendeskripsikan kegiatan guru-siswa dalam mewujudkan kondisi belajar atau sistem lingkungan yang menyebabkan terjadinya belajar pada siswa (Hinduan, dkk, 1990). Dalam rangka pengembangan pengetahuan dan keterampilan guru dalam penggunaan model-model pembelajaran, dikembangkan modul untuk Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan, dengan harapan dapat memberikan kesempatan yang lebih luas kepada guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif. Modul ini dapat digunakan oleh guru sebagai bahan ajar dalam kegiatan pendidikan dan pelatihan (diklat) tatap muka langsung atau tatap muka kombinasi (*in-on-in*).

Modul pengembangan Keprofesian Berkelanjutan yang berjudul “Metode dan Pendekatan Pembelajaran” merupakan modul untuk kompetensi profesional guru pada Kelompok Kompetensi D (KK D). Materi pada modul ini dikembangkan berdasarkan standar kompetensi profesional guru pada Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007, kompetensi guru tentang model pembelajaran termasuk dalam kompetensi inti menguasai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik.

Setiap materi bahasan dikemas dalam kegiatan pembelajaran yang memuat tujuan, indikator pencapaian kompetensi, uraian materi, aktivitas pembelajaran, latihan/kasus/tugas, rangkuman, umpan balik, dan tindak lanjut. Pada setiap komponen modul yang dikembangkan ini telah diintegrasikan beberapa nilai karakter bangsa, baik secara eksplisit maupun implisit yang dapat diimplementasikan selama aktivitas pembelajaran dan dalam kehidupan sehari-hari untuk mendukung pencapaian revolusi mental bangsa. Integrasi ini juga merupakan salah satu cara perwujudan kompetensi sosial dan kepribadian guru (Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007) dalam bentuk modul. Selain itu, disediakan latihan soal dalam bentuk pilihan ganda yang berfungsi juga sebagai model untuk guru dalam mengembangkan soal-soal UN/USBN sesuai topik di daerahnya masing-masing.



Pada bagian pendahuluan modul diinformasikan tujuan secara umum yang harus dicapai oleh guru setelah mengikuti diklat, peta kompetensi yang harus dikuasai guru pada kelompok kompetensi D (KK D), Ruang Lingkup, dan Saran Penggunaan Modul. Setelah guru mempelajari modul ini diakhiri dengan evaluasi untuk refleksi diri.

B. Tujuan

Setelah belajar dengan modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan *kelompok kompetensi D*, Anda diharapkan memahami konsep model-model pembelajaran yang disajikan dalam modul dan terampil mengembangkan skenario pembelajaran sesuai dengan model yang dipilih dan karakteristik materi atau konsep Fisika yang hendak diajarkan.

C. Peta Kompetensi

Kompetensi inti yang diharapkan setelah Anda belajar mempelajari modul ini adalah menguasai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik. Kompetensi Guru Mata Pelajaran dan Indikator Pencapaian Kompetensi yang diharapkan tercapai melalui belajar dengan modul ini tercantum pada Tabel 1 berikut.

Tabel.1. Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Guru Mata Pelajaran	Indikator Pencapaian Kompetensi
2.2 Menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran yang mendidik secara kreatif dalam mata pelajaran yang diampu.	2.2.1 mendeskripsikan model pembelajaran <i>Discovery Learning</i>
	2.2.2 merancang skenario pembelajaran sesuai model pembelajaran <i>Discovery Learning</i>
	2.2.3 mendeskripsikan model pembelajaran <i>Project Based Learning</i>
	2.2.4 merancang skenario pembelajaran sesuai model pembelajaran <i>Project Based Learning</i>
	2.2.5 mendeskripsikan model pembelajaran <i>Problem Based Learning</i>
	2.2.6 merancang skenario pembelajaran



	sesuai model pembelajaran Problem Based Learning
	2.2.7 mendeskripsikan model pembelajaran Learning Cycle
	2.2.8 merancang skenario pembelajaran sesuai model pembelajaran Learning Cycle

D. Ruang Lingkup

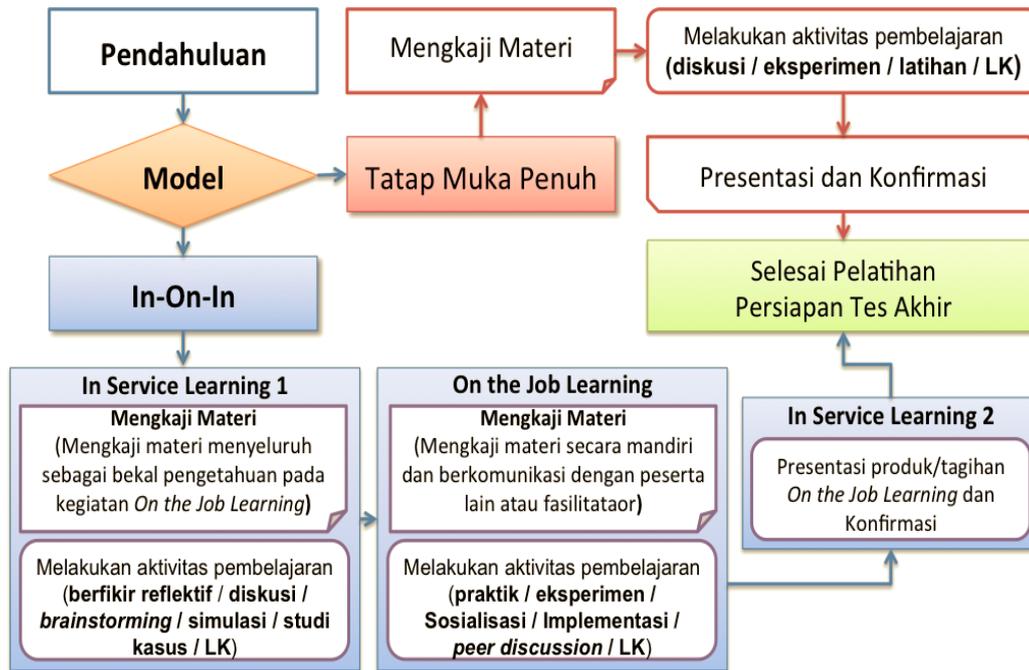
Materi pada Modul Kelompok Kompetensi D mencakup materi tentang model pembelajaran *Discovery Learning*, *Project Based Learning*, *Problem Based Learning*, dan *Model Learning Cycle 5E*. Modul Kelompok Kompetensi D disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi dan Penutup. Bagian pendahuluan berisi paparan tentang latar belakang pengembangan modul kelompok kompetensi D, tujuan, kompetensi guru yang diharapkan dapat dicapai setelah pembelajaran, ruang lingkup dan saran penggunaan modul. Bagian kegiatan pembelajaran berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK), Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik dan Tindak Lanjut serta pada bagian akhir terdapat Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi dan Penutup.

Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut.

1. Model pembelajaran *Discovery Learning*
2. Model pembelajaran *Project Based Learning*
3. Model pembelajaran *Problem Based Learning*
4. Model pembelajaran *Learning Cycle 5E*

E. Saran Cara Penggunaan Modul

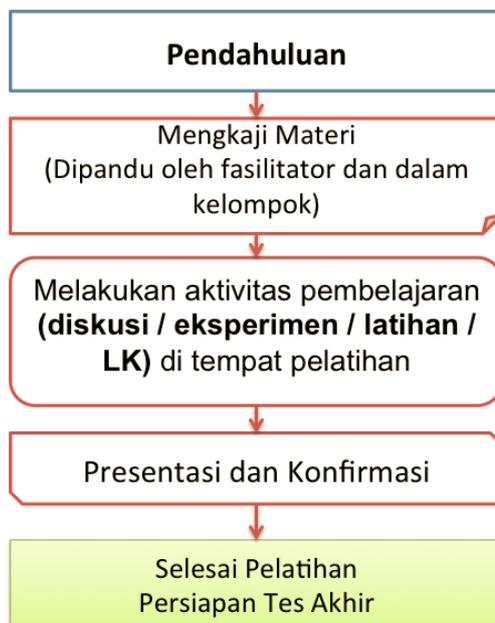
Secara umum, cara penggunaan modul pada setiap **Aktivitas Pembelajaran** disesuaikan dengan skenario setiap penyajian mata diklat. Modul ini dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran oleh guru, baik untuk moda tatap muka penuh, maupun moda tatap muka kombinasi (*in-on-in*). Berikut ini gambar yang menunjukkan langkah-langkah kegiatan belajar secara umum.



Gambar 1. Alur Strategi Pelaksanaan Pembelajaran Tatap Muka

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat terdapat dua alur kegiatan pelaksanaan kegiatan, yaitu diklat tatap muka penuh dan kombinasi (*In-On-In*). Deskripsi kedua jenis diklat tatap muka ini terdapat pada penjelasan berikut.

1. Deskripsi Kegiatan Diklat Tatap Muka Penuh



Kegiatan tatap muka penuh ini dilaksanakan secara terstruktur pada suatu waktu yang di pandu oleh fasilitator. Tatap muka penuh dilaksanakan menggunakan alur pembelajaran yang dapat dilihat pada alur berikut ini.

a. Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada peserta diklat untuk mempelajari:

Gambar 2. Alur Pembelajaran Tatap Muka Penuh



- latar belakang yang memuat gambaran materi
- tujuan kegiatan pembelajaran setiap materi
- kompetensi atau indikator yang akan dicapai melalui modul
- ruang lingkup materi kegiatan pembelajaran
- cara penggunaan modul

b. Mengkaji materi diklat

Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada guru untuk mempelajari materi yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Guru dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok.

c. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul, baik bagian **1. Diskusi Materi, 2. Praktik, 3. Penyusunan Soal UN/USBN** dan aktivitas mengisi soal **Latihan**. Pada kegiatan ini peserta secara aktif menggali informasi, mengumpulkan, dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan.

d. Presentasi dan Konfirmasi

Pada kegiatan ini peserta melakukan presentasi hasil kegiatan sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi yang dibahas secara bersama-sama.

e. Refleksi Kegiatan

Pada kegiatan ini peserta dan penyaji merefleksikan penguasaan materi setelah mengikuti seluruh kegiatan pembelajaran.

2. Deskripsi Kegiatan Diklat Tatap Muka Kombinasi

Kegiatan diklat tatap muka kombinasi (*in-on-in*) terdiri atas tiga kegiatan, yaitu tatap muka kesatu (*in-1*), penugasan (*on the job learning*), dan tatap muka kedua (*in-2*). Secara umum, kegiatan pembelajaran diklat tatap muka kombinasi tergambar pada alur berikut ini.



Gambar 3. Alur Pembelajaran Tatap Muka Kombinasi (in-on-in)

Pada Kegiatan *in-1* peserta mempelajari uraian materi dan mengerjakan Aktivitas Pembelajaran bagian 1. **Diskusi Materi** di tempat diklat. Pada saat *on the job learning* peserta melakukan Aktivitas Pembelajaran bagian 2. **Praktik**, bagian 3. **Menyusun Soal UN/USBN**, dan mengisi **Latihan** secara mandiri di tempat kerja masing-masing. Pada Kegiatan *in-2*, peserta melaporkan dan mendiskusikan hasil kegiatan yang dilakukan selama *on the job learning* yang difasilitasi oleh narasumber/instruktur nasional.

Modul ini dilengkapi dengan beberapa kegiatan pada Aktivitas Pembelajaran (BAB II, Bagian E) sebagai cara guru untuk mempelajari materi yang dipandu menggunakan Lembar Kegiatan (LK). Pada kegiatan diklat tatap muka kombinasi, beberapa LK dikerjakan pada *in-1* dan beberapa LK dikerjakan pada saat *on the job learning*. Hasil implementasi LK pada *on the job learning* menjadi tagihan pada kegiatan *in-2*. Berikut ini daftar pengelompokan Lembar Kegiatan (LK) pada setiap tahap kegiatan tatap muka kombinasi.



Tabel 2. Daftar Lembar Kerja Modul

No	Lembar Kerja	Nama Lembar Kerja	Dilaksanakan Pada Tahap
1.	D1.01	Kajian Topik Model Pembelajaran	IN1
2.	D1.02	Identifikasi Topik Fisika Untuk Model Tertentu	IN1
3.	D1.03	Perancangan Penerapan Model Pada Pembelajaran Fisika	ON

KEGIATAN PEMBELAJARAN

MODEL - MODEL PEMBELAJARAN IPA

DAN IMPLEMENTASINYA

Pengalaman belajar yang sifatnya verbal dan simbolis yang diperoleh melalui penuturan dengan kata-kata merupakan pengalaman belajar yang paling rendah tingkatannya. Kegiatan pembelajaran akan lebih efektif dan efisien, jika seorang guru mampu merancang/mengorganisasikan pengalaman belajar bagi peserta didik untuk mengenal dan memahami permasalahan-permasalahan yang mereka hadapi dalam kehidupan sehari-hari yang pada umumnya bersifat rumit dan kompleks. Pembelajaran di kelas pun seharusnya dapat digunakan untuk melatih serta mengembangkan kemampuan peserta didik dalam melakukan insvestigasi dan melakukan kajian untuk menemukan solusi permasalahan yang mereka hadapi dalam kehidupan sehari-hari.

Guru yang profesional tidak hanya menguasai sejumlah materi pembelajaran, tetapi juga terampil dalam menggunakan model-model pembelajaran yang tepat dan sesuai dengan karakteristik mata pelajaran serta situasi pada saat materi pelajaran tersebut harus disajikan. Dengan kata lain guru harus dapat memilih model pembelajaran yang tepat agar pembelajaran menjadi aktif, inovatif, kreatif, efektif, dan peserta didik memiliki pengalaman belajar sesuai dengan pendekatan saintifik. Hal tersebut sejalan dengan Permendiknas nomor 16 tahun 2007 tentang Kompetensi guru, yaitu kompetensi guru nomor 2. "Menguasai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik" dan 2.2 "Menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran yang mendidik secara kreatif dalam mata pelajaran yang diampu. Salah satu model yang disarankan pada Permendikbud nomor 103 tahun 2014, adalah model model pembelajaran *discovery learning*, disamping model-model pembelajaran *project based learning*, *probem based learning* dan *inquiry learning*.



Setiap model mempunyai sintak pembelajaran, keunggulan dan kelemahan, dan cara penerapan yang berbeda. Modul ini mengajak Anda untuk secara khusus mempelajari konsep, karakteristik, sintak dan berlatih bagaimana merancang/mengembangkan skenario pembelajaran sesuai dengan model pembelajaran *Discovery Learning*.

A. Tujuan

Melalui belajar dengan modul ini secara mandiri/kerjasama disertai dengan sikap disiplin, kreatif, dan bertanggung jawab, Anda diharapkan dapat memahami beberapa konsep model pembelajaran dan mengimplementasikannya dalam pembelajaran Fisika di SMA.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator hasil belajar yang diharapkan dicapai melalui kegiatan pembelajaran ini adalah sebagai berikut.

1. mendeskripsikan model pembelajaran *Discovery Learning*
2. merancang skenario pembelajaran sesuai model pembelajaran *Discovery Learning*
3. mendeskripsikan model pembelajaran *Project Based Learning*
4. merancang skenario pembelajaran sesuai model pembelajaran *Project Based Learning*
5. mendeskripsikan model pembelajaran *Problem Based Learning*
6. merancang skenario pembelajaran sesuai model pembelajaran *Problem Based Learning*
7. mendeskripsikan model pembelajaran *Learning Cycle*
8. merancang skenario pembelajaran sesuai model pembelajaran *Learning Cycle*

C. Uraian Materi

Model pembelajaran dapat diartikan sebagai suatu pola pembelajaran yang menggambarkan kegiatan guru-siswa di dalam mewujudkan kondisi belajar atau sistem lingkungan yang menyebabkan terjadinya belajar pada siswa. Dalam pola pembelajaran yang dimaksud terdapat karakteristik, yaitu **sintaks** (urutan kegiatan/tahapan pembelajaran), **sistem sosial** (situasi atau norma



yang berlaku dalam model), **prinsip reaksi** (upaya guru dalam membimbing dan merespon siswa atau pola kegiatan bagaimana guru memperlakukan siswa), **sistem pendukung** (faktor-faktor yang harus diperhatikan, dimiliki guru dalam menggunakan model serta sarana prasarana yang diperlukan untuk melaksanakan model), dan **dampak pembelajaran** (langsung dan iringan). Dampak pembelajaran langsung merupakan hasil belajar yang dicapai langsung dengan cara mengarahkan siswa pada tujuan yang diharapkan, sedangkan dampak pembelajaran iringan merupakan hasil belajar lainnya sebagai pengiring yang dihasilkan dari interaksi belajar mengajar sebagai dampak dari terciptanya suasana belajar yang dialami siswa tanpa diarahkan oleh guru (Bruce Joyce, 1980, 2000).

Berikut uraian tentang model-model pembelajaran yang dapat diterapkan pada pembelajaran IPA yaitu *Discovery Learning*, *Project Based Learning*, *Problem Based Learning*, *Learning Cycle 5E* dan *Cooperative Learning*.

1. Model Pembelajaran *Discovery Learning*

Discovery mempunyai prinsip yang sama dengan inkuiri (*inquiry*) dan *Problem Solving*. Tidak ada perbedaan yang prinsipil pada ketiga istilah ini, pada *Discovery Learning* lebih menekankan pada ditemukannya konsep atau prinsip yang sebelumnya tidak diketahui, masalah yang diperhadapkan kepada siswa semacam masalah yang direkayasa oleh guru. Sedangkan pada inkuiri masalahnya bukan hasil rekayasa, sehingga siswa harus mengerahkan seluruh pikiran dan keterampilannya untuk mendapatkan temuan-temuan di dalam masalah itu melalui proses penelitian.

a. Sintak Model *Discovery Learning*

Sintak atau tahap-tahap pembelajaran pada model *Discovery Learning* meliputi: Tahap Stimulation (stimulasi/pemberian rangsangan), Problem statement (pernyataan/ identifikasi masalah), Data collection (pengumpulan data), Data processing (pengolahan data), Verification (pembuktian) dan Generalization (menarik kesimpulan/generalisasi)

1) **Stimulation (stimulasi/pemberian rangsangan)**

Pada tahap ini peserta didik dihadapkan pada sesuatu yang menimbulkan pertanyaan dan timbul keinginan untuk menyelidiki sendiri.



Guru dapat memulai kegiatan pembelajaran dengan mengajukan pertanyaan, anjuran membaca buku, dan aktivitas belajar lainnya yang mengarah pada persiapan pemecahan masalah.

2) *Problem statement* (pernyataan/ identifikasi masalah)

Setelah dilakukan stimulation guru memberi kesempatan kepada siswa untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin masalah yang relevan dengan bahan pelajaran, kemudian salah satunya dipilih dan dirumuskan dalam bentuk hipotesis (jawaban sementara atas pertanyaan masalah)

3) *Collection Data* (pengumpulan data)

Pada saat peserta didik melakukan eksperimen atau eksplorasi, guru memberi kesempatan kepada para siswa untuk mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya yang relevan untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis. Data dapat diperoleh melalui membaca literatur, mengamati objek, wawancara dengan narasumber, melakukan uji coba sendiri dan sebagainya.

4) *Processing Data* (pengolahan data)

Pada tahap ini kegiatan mengolah data dan informasi dapat dilakukan melalui wawancara, observasi, dan sebagainya, lalu ditafsirkan.

5) *Verification* (pembuktian)

Pada tahap ini peserta didik memeriksa hasil pengolahan data untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang telah ditetapkan, dihubungkan dengan hasil data processing.

6) *Generalization* (menarik kesimpulan/generalisasi)

Pada tahap generalisasi/ menarik kesimpulan peserta didik menarik kesimpulan yang dapat dijadikan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama, dengan memperhatikan hasil verifikasi.

b. Penerapan Model *Discovery Learning* pada pembelajaran Fisika

Banyak konsep Fisika yang dapat disajikan dengan model *discovery learning* dimana peserta dapat menemukan konsep Fisika melalui pemberian stimulus sampai menyimpulkan.



Berikut ini contoh skenario pembelajaran model *discovery learning* pada topik Fluida Statik

- Kompetensi Dasar** : 3.7 Menerapkan hukum-hukum pada fluida statik dalam kehidupan
4.7 Merencanakan dan melaksanakan percobaan yang memanfaatkan sifat-sifat fluida untuk mempermudah suatu pekerjaan
- Topik** : **Fluida Statik**
- Sub Topik** : **Hukum Archimedes**
- Tujuan** : Setelah mengamati demonstrasi, melakukan percobaan, dan berdiskusi siswa diharapkan mampu:
- Menjelaskan pengertian hukum Archimedes
 - Mengidentifikasi variabel yang mempengaruhi besar gaya apung
 - Menjelaskan benda tenggelam, melayang, dan terapung dengan menggunakan hukum Archimedes
 - Melakukan percobaan tentang hukum Archimedes
 - Menyelidiki kemurnian zat suatu benda dengan menggunakan hukum Archimedes
 - Menunjukkan perilaku ilmiah dalam melakukan percobaan dan berdiskusi
 - Menyadari kebesaran Tuhan yang menciptakan dan mengatur alam jagad raya
- Alokasi Waktu** : 1x pertemuan (3 JP)

TAHAP PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN
1. Stimulation (simulasi/Pemberian rangsangan)	Mendemonstrasikan/memperlihatkan berbagai fenomena yang berkaitan dengan benda yang terapung, melayang dan tenggelam dalam fluida dalam kehidupan sehari-hari
2. Problem statemen (pertanyaan/ identifikasi masalah)	Guru memberikan masalah yang berkaitan dengan fenomena benda terapung, melayang dan tenggelam dalam fluida, contohnya <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mengapa benda A terapung dalam air,



TAHAP PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN
	<p>sedangkan benda B dengan massa yang sama tenggelam dalam air?</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Mengapa benda B tenggelam dalam air dan terapung dalam air garam?▪ Mengapa besi dengan massa yang sama namun dengan volume yang berbeda menunjukkan fenomena tenggelam, melayang dan terapung?▪ Faktor-faktor apakah yang mempengaruhi peristiwa benda terapung, melayang dan tenggelam?
3. Data collection (pengumpulan data)	Melakukan percobaan untuk mendapatkan data mengenai faktor-faktor dari karakteristik benda yang paling berpengaruh terhadap peristiwa benda terapung, melayang dan tenggelam dalam fluida
4. Data processing (pengolahan Data)	Mengolah data hasil pengamatan mengenai faktor-faktor dari karakteristik benda yang paling berpengaruh terhadap peristiwa benda terapung, melayang dan tenggelam dalam fluida
5. Verification (pembuktian)	Mendiskusikan hasil pengamatan dengan memperhatikan pertanyaan-pertanyaan pada lembar kegiatan dan membandingkan pengolahan dengan data-data pada buku sumber
6. Generalization (menarik kesimpulan)	Menyimpulkan faktor-faktor dari karakteristik benda yang paling berpengaruh terhadap peristiwa benda terapung, melayang dan tenggelam dalam fluida



2. Model Project Based Learning

Project Based Learning atau Pembelajaran Berbasis Proyek adalah model pembelajaran yang melibatkan siswa dalam suatu kegiatan (proyek) yang menghasilkan suatu produk. Keterlibatan siswa mulai dari merencanakan, membuat rancangan, melaksanakan, dan melaporkan hasil kegiatan berupa produk dan laporan pelaksanaannya. Model pembelajaran ini menekankan pada proses pembelajaran jangka panjang, siswa terlibat secara langsung dengan berbagai isu dan persoalan kehidupan sehari-hari, belajar bagaimana memahami dan menyelesaikan persoalan nyata, bersifat interdisipliner, dan melibatkan siswa sebagai pelaku mulai dari merancang, melaksanakan dan melaporkan hasil kegiatan (*student centered*).

a. Sintak atau Tahapan Model *project based learning*

Tahapan/langkah-langkah pelaksanaan/*sintak project based learning* dapat digambarkan dalam diagram sebagai berikut.



Gambar 1.1 Langkah-langkah Pelaksanaan *project based learning*

Penjelasan sintak atau tahap-tahap *project based learning* sebagai berikut.

- 1) Penentuan Pertanyaan Mendasar (*Start With the Essential Question*)
Pembelajaran dimulai dengan pertanyaan esensial, yaitu pertanyaan yang dapat memberi penugasan peserta didik dalam melakukan suatu aktivitas..
- 2) Mendesain Perencanaan Proyek (*Design a Plan for the Project*)
Perencanaan berisi tentang aturan main, pemilihan aktivitas yang dapat mendukung dalam menjawab pertanyaan esensial, dengan cara mengintegrasikan berbagai subjek yang mungkin, serta mengetahui alat dan bahan yang dapat diakses untuk membantu penyelesaian proyek.



- 3) Menyusun Jadwal (*Create a Schedule*)
Guru dan peserta didik secara kolaboratif menyusun jadwal aktivitas dalam menyelesaikan proyek antara lain: (1) membuat timeline menyelesaikan proyek, (2) membuat deadline penyelesaian proyek, (3) peserta didik jika akan merencanakan cara yang baru, (4) membimbing peserta didik melaksanakan proyek dan (5) peserta didik untuk membuat penjelasan pemilihan proyek
- 4) Memonitor peserta didik dan kemajuan proyek (*Monitor the Students and the Progress of the Project*)
Monitoring dilakukan guru dengan menggunakan rubrik yang dapat merekam keseluruhan aktivitas. Guru berperan menjadi mentor bagi aktivitas peserta didik
- 5) Menguji Hasil (*Assess the Outcome*)
Penilaian dilakukan untuk membantu guru dalam mengukur ketercapaian standar, mengevaluasi kemajuan masing-masing peserta didik, memberi umpan balik tentang tingkat pemahaman yang sudah dicapai peserta didik, membantu guru dalam menyusun strategi pembelajaran berikutnya.
- 6) Mengevaluasi Pengalaman (*Evaluate the Experience*)
Pada akhir proses pembelajaran, pengajar dan peserta didik melakukan refleksi terhadap aktivitas dan hasil proyek yang sudah dijalankan. Proses refleksi dilakukan baik secara individu maupun kelompok. mengembangkan diskusi dalam rangka memperbaiki kinerja selama proses pembelajaran, sehingga pada akhirnya ditemukan suatu temuan baru (*new inquiry*) untuk menjawab permasalahan yang diajukan pada tahap pertama pembelajaran.

b. Penerapan *project based learning* pada pembelajaran

Berikut ini contoh skenario pembelajaran dan lembar kerja pelaksanaan tugas proyek untuk peserta didik.

1) Rancangan kegiatan proyek

- Topik : **Induksi Elektromagnetik**
Sub Topik : **Aplikasi Induksi Faraday pada produk teknologi**
Kompetensi Dasar : 3.5 Memahami fenomena induksi elektromagnetik berdasarkan percobaan
4.5 Mencipta produk sederhana dengan menggunakan



	<ul style="list-style-type: none">▪ Peserta membuat strategi penyelesaian proyek “Generator Listrik Sederhana”, misalnya:<ul style="list-style-type: none">○ Penentuan ketua kelompok○ Tempat pengerjaan proyek○ Waktu pengerjaan perancangan○ Komponen/bahan-bahan yang dibutuhkan untuk membuat generator sederhana▪ Peserta didik melaporkan hasil rancangan generator listrik sederhana dan jadwal proyek di depan kelas▪ Guru memberikan masukan kepada peserta didik terhadap rancangan proyek																				
Menyusun Jadwal	<ul style="list-style-type: none">• Peserta didik secara berkelompok menyusun jadwal penyelesaian proyek. Contoh jadwal dalam kegiatan proyek pembuatan generator listrik sederhana <table border="1"><thead><tr><th>Kegiatan</th><th>Rincian Kegiatan</th><th>Waktu</th></tr></thead><tbody><tr><td>Perancangan proyek (di pertemuan ketiga)</td><td><ul style="list-style-type: none">▪ Mengkaji konsep induksi elektromagnetik dari buku sumber, internet atau para ahli pembuatan generator▪ Merancang pembuatan generator listrik sederhana▪ Melaporkan rancangan generator listrik sederhana</td><td>28 Mei</td></tr><tr><td rowspan="3">Tugas proyek di rumah (di luar kelas)</td><td>▪ Memperbaiki rancangan generator listrik sederhana</td><td>29 Mei</td></tr><tr><td>▪ Membuat generator listrik sederhana berdasarkan rancangan yang sudah diperbaiki</td><td>31 Mei</td></tr><tr><td>▪ Mencatat proses pembuatan generator listrik sederhana</td><td>31 Mei</td></tr><tr><td rowspan="3">Pelaporan proyek (pertemuan keempat)</td><td>▪ Peserta didik melakukan ujicoba generator listrik sederhana</td><td>01 Mei</td></tr><tr><td>▪ Peserta didik mencatat dan mengolah data hasil ujicoba</td><td>01 Mei</td></tr><tr><td>▪ Membuat laporan proyek pembuatan generator listrik sederhana</td><td>02 Mei</td></tr></tbody></table>	Kegiatan	Rincian Kegiatan	Waktu	Perancangan proyek (di pertemuan ketiga)	<ul style="list-style-type: none">▪ Mengkaji konsep induksi elektromagnetik dari buku sumber, internet atau para ahli pembuatan generator▪ Merancang pembuatan generator listrik sederhana▪ Melaporkan rancangan generator listrik sederhana	28 Mei	Tugas proyek di rumah (di luar kelas)	▪ Memperbaiki rancangan generator listrik sederhana	29 Mei	▪ Membuat generator listrik sederhana berdasarkan rancangan yang sudah diperbaiki	31 Mei	▪ Mencatat proses pembuatan generator listrik sederhana	31 Mei	Pelaporan proyek (pertemuan keempat)	▪ Peserta didik melakukan ujicoba generator listrik sederhana	01 Mei	▪ Peserta didik mencatat dan mengolah data hasil ujicoba	01 Mei	▪ Membuat laporan proyek pembuatan generator listrik sederhana	02 Mei
Kegiatan	Rincian Kegiatan	Waktu																			
Perancangan proyek (di pertemuan ketiga)	<ul style="list-style-type: none">▪ Mengkaji konsep induksi elektromagnetik dari buku sumber, internet atau para ahli pembuatan generator▪ Merancang pembuatan generator listrik sederhana▪ Melaporkan rancangan generator listrik sederhana	28 Mei																			
Tugas proyek di rumah (di luar kelas)	▪ Memperbaiki rancangan generator listrik sederhana	29 Mei																			
	▪ Membuat generator listrik sederhana berdasarkan rancangan yang sudah diperbaiki	31 Mei																			
	▪ Mencatat proses pembuatan generator listrik sederhana	31 Mei																			
Pelaporan proyek (pertemuan keempat)	▪ Peserta didik melakukan ujicoba generator listrik sederhana	01 Mei																			
	▪ Peserta didik mencatat dan mengolah data hasil ujicoba	01 Mei																			
	▪ Membuat laporan proyek pembuatan generator listrik sederhana	02 Mei																			
Memonitor peserta didik dan kemajuan	<ul style="list-style-type: none">▪ Selama penyelesaian proyek, guru memonitor aktivitas yang penting dari peserta didik, misal:																				



proyek	<ul style="list-style-type: none"> ○ waktu dan tempat pengerjaan proyek ○ menanyakan kesulitan yang mereka temui pada saat pembuatan proyek generator listrik sederhana
Menguji Hasil	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peserta didik mempresentasikan hasil proyek pembuatan generator listrik sederhana di depan kelas <ul style="list-style-type: none"> ○ menyampaikan desain/rancangan “generator listrik sederhana” ○ menyampaikan pelik-pelik pembuatan generator sederhana ○ menguji keberfungsian “generator sederhana” yang telah mereka buat ▪ Peserta didik menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diberikan guru dan rekan peserta didik lainnya berkaitan dengan generator listrik sederhana yang telah mereka buat ▪ Guru menilai laporan rancangan generator listrik sederhana, laporan hasil pembuatan generator listrik sederhana sesuai rancangan ▪ Guru memberikan saran-saran untuk perbaikan pembuatan generator listrik sederhana.
Mengevaluasi Pengalaman	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peserta didik diminta untuk mengungkapkan pengalamannya selama menyelesaikan proyek generator listrik sederhana. ▪ Pada akhir proses pembelajaran, guru dan peserta didik melakukan refleksi terhadap aktivitas selama merancang dan membuat generator listrik sederhana. ▪ Guru dan peserta didik mengembangkan diskusi untuk memperbaiki kinerja selama pembuatan generator listrik sederhana dan proses pembelajaran, sehingga pada akhirnya ditemukan suatu temuan baru menjawab pertanyaan yang diajukan pada tahap awal pembelajaran.

2) Lembar Kerja Tugas Proyek

Pada pembelajaran berbasis proyek, tugas proyek harus jelas sehingga hasilnya dapat dinilai sesuai rubrik penilaian proyek. Peserta didik seharusnya diberi panduan kerja agar tugas dapat dikerjakan secara efektif dan efisien. Pada lembar kerja tugas proyek dicantumkan petunjuk kerja baik untuk kegiatan tatap muka maupun tugas diluar kegiatan tatap muka.

Berikut ini contoh lembar tugas proyek, instrumen penilaian dan format laporan Pembelajaran Berbasis Proyek.



KEGIATAN PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK

Mata pelajaran	: Fisika
Kelas/semester	: XII/1
Topik	: Induksi Elektromagnetik
Sub topik	: Aplikasi Induksi Faraday pada produk teknologi
Tugas	: Membuat rancangan generator listrik sederhana

PENTUNJUK UMUM

Tugas Proyek (pertemuan ketiga)

1. Pelajari konsep induksi elektromagnetik, ggl induksi, hukum Faraday, hukum Lenz, induktansi diri selenoida dan toroida
2. Buat rancangan generator sederhana dengan cara sebagai berikut:
 - Tentukan tujuan pembuatan generator listrik sederhana
 - Tentukan bahan, alat, dan benda yang akan digunakan dalam pembuatan generator listrik sederhana
 - Gambarkan perangkat generator sederhana dan jelaskan cara kerjanya.
 - Gunakan format yang tersedia untuk melaporkan rancangan
3. Membuat laporan perancangan generator sederhana

Tugas Proyek diluar sekolah

1. Setelah Anda membuat rancangan, lakukanlah pembuatan generator listrik sederhana, catat alat dan bahan yang digunakan
2. Catat bagaimana proses pembuatan generator listrik sederhana, masalah/kesulitan yang dihadapi ketika membuat generator listrik sederhana
3. Buat laporan pembuatan generator sederhana termasuk didalamnya kelebihan dan kekurangan generator sederhana yang telah dibuat
4. Siapkan bahan tayang untuk mempresentasikan proyek pembuatan generator listrik sederhana di depan kelas
5. Selamat mencoba, semoga proyek yang Anda lakukan berhasil dengan baik.
Semangat!



3) Laporan Kegiatan Pembelajaran Berbasis Proyek

Laporan kegiatan pembelajaran berbasis proyek dapat berupa laporan kegiatan merancang, menguji alat dan laporan penelitian/ hasil pengujian alat yang dilakukan dengan menggunakan model rancangan yang dibuat.

Berikut ini contoh laporan merancang alat.

a) Merancang Generator Listrik Sederhana

LAPORAN TUGAS RANCANGAN PROYEK GENERATOR LISTRIK SEDERHANA	
MATA PELAJARAN	: Fisika
TOPIK	: Induksi Elektromagnetik
SUB TOPIK	: Aplikasi Induksi Faraday pada produk teknologi
TUGAS	: Merancang generator listrik sederhana
KELOMPOK	:
KELAS	: XII
Tugas	Laporan Kegiatan
Mengkaji konsep induksi elektromagnetik dari buku sumber, internet atau para ahli pembuatan generator	Tanggal: Laporan:
Merancang pembuatan generator listrik sederhana	Tujuan:
	Alat:
	Bahan :
	Gambar rancangan generator listrik sederhana
	Cara kerjanya



d) Laporan Penelitian

LAPORAN PENELITIAN

PETUNJUK KHUSUS
Berdasarkan hasil kegiatanmu ini, tuliskan sebuah laporan penelitian sederhana tentang pembuatan generator listrik sederhana. Buatlah judul yang menarik, dan tulis laporan secara sistematis.

JUDUL

.....

.....

.....

.....

.....

3. Model Problem Based Learning

Pembelajaran berbasis masalah merupakan sebuah model pembelajaran yang menyajikan masalah kontekstual sehingga merangsang peserta didik untuk belajar. Pembelajaran berbasis masalah merupakan suatu model pembelajaran yang menantang peserta didik untuk “belajar bagaimana belajar”, bekerja secara berkelompok untuk mencari solusi dari permasalahan dunia nyata. Masalah yang diberikan ini digunakan untuk mengikat peserta didik pada rasa ingin tahu pada pembelajaran yang dimaksud. Masalah diberikan kepada peserta didik, sebelum peserta didik mempelajari konsep atau materi yang berkenaan dengan masalah yang harus dipecahkan.

a. Prinsip Proses Pembelajaran PBL

Prinsip-prinsip PBL yang harus diperhatikan dalam penggunaannya meliputi konsep dasar, pendefinisian masalah, pembelajaran mandiri, pertukaran pengetahuan dan penialainnya

1) Konsep Dasar (*Basic Concept*)

Pada pembelajaran ini guru dapat memberikan konsep dasar, petunjuk, referensi, atau *link* dan *skill* yang diperlukan dalam pembelajaran tersebut. Hal ini dimaksudkan agar peserta didik lebih cepat mendapatkan ‘peta’ yang akurat tentang arah dan tujuan pembelajaran. Konsep yang diberikan tidak perlu detail, diutamakan dalam bentuk garis besar saja, sehingga peserta didik dapat mengembangkannya secara mandiri secara mendalam.



2) Pendefinisian Masalah (*Defining the Problem*)

Dalam langkah ini guru menyampaikan skenario atau permasalahan dan di dalam kelompoknya peserta didik melakukan berbagai kegiatan. *Pertama, brainstorming* dengan cara semua anggota kelompok mengungkapkan pendapat, ide, dan tanggapan terhadap skenario secara bebas, sehingga dimungkinkan muncul berbagai macam alternatif pendapat. *Kedua*, melakukan seleksi untuk memilih pendapat yang lebih fokus. *ketiga*, menentukan permasalahan dan melakukan pembagian tugas dalam kelompok untuk mencari referensi penyelesaian dari isu permasalahan yang didapat.

3) Pembelajaran Mandiri (*Self Learning*)

Setelah mengetahui tugasnya, masing-masing peserta didik mencari berbagai sumber yang dapat memperjelas isu yang sedang diinvestigasi misalnya dari artikel tertulis di perpustakaan, halaman web, atau bahkan pakar dalam bidang yang relevan.

4) Pertukaran Pengetahuan (*Exchange knowledge*)

Setelah mendapatkan sumber untuk keperluan pendalaman materi secara mandiri, pada pertemuan berikutnya peserta didik berdiskusi dalam kelompoknya dapat dibantu guru untuk mengklarifikasi capaiannya dan merumuskan solusi dari permasalahan kelompok. Langkah selanjutnya presentasi hasil dalam kelas dengan mengkomodasi masukan dari pleno, menentukan kesimpulan akhir, dan dokumentasi akhir.

5) Penilaian (*Assessment*)

Penilaian dilakukan dengan memadukan tiga aspek pengetahuan (*knowledge*), kecakapan (*skill*), dan sikap (*attitude*). Penilaian terhadap penguasaan pengetahuan yang mencakup seluruh Penilaian terhadap kecakapan dapat diukur dari penguasaan alat bantu pembelajaran, baik *software*, *hardware*, maupun kemampuan perancangan dan pengujian. Sedangkan penilaian terhadap sikap dititikberatkan pada penguasaan *soft skill*, yaitu keaktifan dan partisipasi dalam diskusi, kemampuan bekerjasama dalam tim, dan kehadiran dalam pembelajaran. Bobot penilaian untuk ketiga aspek tersebut ditentukan oleh guru mata pelajaran yang bersangkutan.



Tabel 1.1 Peran guru, peserta didik dan masalah dalam pembelajaran berbasis masalah dapat digambarkan sebagai berikut.

Guru sebagai Pelatih	Peserta Didik sebagai <i>Problem Solver</i>	Masalah sebagai Awal Tantangan dan Motivasi
<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Asking about thinking</i> (bertanya tentang pemikiran) ○ Memonitor pembelajaran. ○ Probbing (menantang peserta didik untuk berpikir). ○ Menjaga agar peserta didik terlibat. ○ Mengatur dinamika kelompok. ○ Menjaga berlangsungnya proses. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Peserta yang aktif. ○ Terlibat langsung dalam pembelajaran. ○ Membangun pembelajaran. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Menarik untuk dipecahkan. ○ Menyediakan kebutuhan yang ada hubungannya dengan pelajaran yang dipelajari.

b. Tahap-tahap Model PBL

Tahapan proses pembelajaran dengan menggunakan problem based learning dapat diuraikan dalam Tabel 2.4.

c. Penerapan *Problem Based Learning* pada pembelajaran Fisika

Problem Based Learning (PBL) adalah model pembelajaran yang dirancang agar peserta didik mendapat pengetahuan penting, yang membuat mereka mahir dalam memecahkan masalah, dan memiliki model belajar sendiri serta memiliki kecakapan berpartisipasi dalam tim. Proses pembelajarannya menggunakan pendekatan yang sistemik untuk memecahkan masalah atau menghadapi tantangan yang nanti diperlukan dalam kehidupan sehari-hari. Untuk menerapkan model ini terdapat sintaks atau tahapan pembelajaran model yang harus diikuti sebagai berikut:



Tabel 1.2 Tahapan-Tahapan Model PBL

TAHAPAN	PERILAKU GURU
Tahap 1 Orientasi peserta didik kepada masalah.	<ul style="list-style-type: none">• Menjelaskan tujuan pembelajaran, menjelaskan logistik yg dibutuhkan.• Memotivasi peserta didik untuk terlibat aktif dalam pemecahan masalah yang dipilih.
Tahap 2 Mengorganisasikan peserta didik.	Membantu peserta didik mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah tersebut.
Tahap 3 Membimbing penyelidikan individu dan kelompok.	Mendorong peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang sesuai, melaksanakan eksperimen untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalah.
Tahap 4 Mengembangkan dan menyajikan hasil karya.	Membantu peserta didik dalam merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai seperti laporan, model dan berbagi tugas dengan teman.
Tahap 5 Menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah.	Mengevaluasi hasil belajar tentang materi yang telah dipelajari /meminta kelompok presentasi hasil kerja.

1) Tahap 1: Mengorientasikan Peserta Didik pada Masalah

Pembelajaran dimulai dengan menjelaskan tujuan pembelajaran dan aktivitas-aktivitas yang akan dilakukan. Dalam penggunaan PBL, tahapan ini sangat penting dimana guru harus menjelaskan dengan rinci apa yang harus dilakukan oleh peserta didik dan juga oleh guru. serta dijelaskan bagaimana guru akan mengevaluasi proses pembelajaran. Hal ini sangat penting untuk memberikan motivasi agar peserta didik dapat mengerti dalam pembelajaran yang akan dilakukan. Ada empat hal yang perlu dilakukan dalam proses ini, yaitu sebagai berikut.

- a) Tujuan utama pengajaran tidak untuk mempelajari sejumlah besar informasi baru, tetapi lebih kepada belajar bagaimana menyelidiki masalah-masalah penting dan bagaimana menjadi peserta didik yang mandiri.
- b) Permasalahan dan pertanyaan yang diselidiki tidak mempunyai jawaban mutlak “benar”, sebuah masalah yang rumit atau kompleks mempunyai banyak penyelesaian dan seringkali bertentangan.
- c) Selama tahap penyelidikan (dalam pengajaran ini), peserta didik didorong untuk mengajukan pertanyaan dan mencari informasi. Guru akan bertindak



sebagai pembimbing yang siap membantu, namun peserta didik harus berusaha untuk bekerja mandiri atau dengan temannya.

- d) Selama tahap analisis dan penjelasan, peserta didik akan didorong untuk menyatakan ide-idenya secara terbuka dan penuh kebebasan. Tidak ada ide yang akan ditertawakan oleh guru atau teman sekelas. Semua peserta didik diberi peluang untuk menyumbang kepada penyelidikan dan menyampaikan ide-ide mereka.

2) Tahap 2: Mengorganisasikan Peserta Didik untuk Belajar

Di samping mengembangkan keterampilan memecahkan masalah, pembelajaran PBL juga mendorong peserta didik belajar berkolaborasi. Pemecahan suatu masalah sangat membutuhkan kerjasama dan *sharing* antar anggota. Oleh sebab itu, guru dapat memulai kegiatan pembelajaran dengan membentuk kelompok-kelompok peserta didik dimana masing-masing kelompok akan memilih dan memecahkan masalah yang berbeda. Prinsip-prinsip pengelompokan peserta didik dalam pembelajaran kooperatif dapat digunakan dalam konteks ini seperti: kelompok harus heterogen, pentingnya interaksi antar anggota, komunikasi yang efektif, adanya tutor sebaya, dan sebagainya. Guru sangat penting memonitor dan mengevaluasi kerja masing-masing kelompok untuk menjaga kinerja dan dinamika kelompok selama pembelajaran.

Setelah peserta didik diorientasikan pada suatu masalah dan telah membentuk kelompok belajar selanjutnya guru dan peserta didik menetapkan subtopik-subtopik yang spesifik, tugas-tugas penyelidikan, dan jadwal. Tantangan utama bagi guru pada tahap ini adalah mengupayakan agar semua peserta didik aktif terlibat dalam sejumlah kegiatan penyelidikan dan hasil-hasil penyelidikan ini dapat menghasilkan penyelesaian terhadap permasalahan tersebut.

3) Tahap 3: Membantu Penyelidikan Mandiri dan Kelompok

Penyelidikan adalah inti dari PBL. Meskipun setiap situasi permasalahan memerlukan teknik penyelidikan yang berbeda, namun pada umumnya melibatkan karakter yang identik, yakni pengumpulan data, eksperimen, berhipotesis, penjelasan, dan memberikan pemecahan. Pengumpulan data dan eksperimentasi merupakan aspek yang sangat penting. Pada tahap ini,



guru harus mendorong peserta didik untuk mengumpulkan data dan melaksanakan eksperimen (mental maupun aktual) sampai mereka betul-betul memahami dimensi situasi permasalahan. Tujuannya adalah agar peserta didik mengumpulkan cukup informasi untuk menciptakan dan membangun ide mereka sendiri. Setelah peserta didik mengumpulkan cukup data dan memberikan permasalahan tentang fenomena yang mereka selidiki, selanjutnya mereka mulai membuat penjelasan dalam bentuk hipotesis, penjelasan, dan pemecahan.

4) Tahap 4: Mengembangkan dan Menyajikan Hasil Karya dan memamerkannya

Tahap penyelidikan diikuti dengan menciptakan artifak (hasil karya) dan pameran. Artifak lebih dari sekedar laporan tertulis, bisa berupa video tape (menunjukkan situasi masalah dan pemecahan yang diusulkan), model (perwujudan secara fisik dari situasi masalah dan pemecahannya), program komputer, dan sajian multimedia. Langkah selanjutnya adalah memamerkan hasil karya yang melibatkan peserta didik-peserta didik lainnya, guru-guru, orang tua, dan lainnya yang dapat menjadi “penilai” atau memberikan umpan balik.

5) Tahap 5: Analisis dan Evaluasi Proses Pemecahan Masalah

Fase ini merupakan tahap akhir dalam PBL. Fase ini dimaksudkan untuk membantu peserta didik menganalisis dan mengevaluasi proses mereka sendiri dan keterampilan penyelidikan dan intelektual yang mereka gunakan. Selama fase ini guru meminta peserta didik untuk merekonstruksi pemikiran dan aktivitas yang telah dilakukan selama proses kegiatan belajarnya.

Contoh skenario Pembelajaran *Problem Based Learning*

Kompetensi Dasar	:	a. Menerapkan hukum-hukum pada fluida statik dalam kehidupan sehari-hari o Merencanakan dan melaksanakan percobaan yang memanfaatkan sifat-sifat fluida untuk mempermudah suatu pekerjaan
Topik	:	Fluida Statik
Sub Topik	:	Hukum Archimedes
Tujuan	:	<ul style="list-style-type: none">▪ Menjelaskan pengertian hukum Archimides▪ Mengidentifikasi variabel yang mempengaruhi besar gaya apung▪ Menjelaskan benda tenggelam, melayang, dan terapung dengan menggunakan hukum Archimides▪ Melakukan percobaan tentang hukum Archimides▪ Menyelidiki kemurnian zat suatu benda dengan menggunakan hukum



		Archimedes
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menunjukkan perilaku ilmiah dalam melakukan percobaan dan berdiskusi
Alokasi Waktu	:	1x pertemuan (3 JP)

FASE-FASE	KEGIATAN PEMBELAJARAN
Fase 1 <i>Orientasi peserta didik kepada masalah</i>	Peserta didik dihadapkan pada masalah hasil percobaan, “Adanya peristiwa benda melayang, terapung dan tenggelam ketika dicelupkan dalam fluida”
Fase 2 <i>Mengorganisasikan peserta didik</i>	Peserta didik dikelompokkan secara heterogen, masing-masing mengkaji lembar kegiatan percobaan tentang Hukum Archimedes dan Penerapannya
Fase 3 <i>Membimbing penyelidikan individu dan kelompok</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peserta didik diarahkan untuk bekerja secara kelompok ▪ Peserta didik secara berkelompok melakukan percobaan Hukum Archimedes dan Penerapannya ▪ Setiap kelompok melakukan percobaan sesuai dengan prosedur dalam LK ▪ Setiap kelompok menjawab berbagai masalah yang diajukan dalam LK ▪ Guru membimbing siswa dalam memecahkan masalah.
Fase 4 <i>Mengembangkan dan menyajikan hasil karya</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diskusi konsep mengenai faktor-faktor yang menyebabkan benda terapung, melayang dan tenggelam dengan bantuan langkah pemecahan masalah yang berupa pertanyaan-pertanyaan pada LKS ▪ Mempresentasikan hasil diskusi kelompok
Fase 5 <i>Menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah</i>	Diskusi kelas untuk menganalisis hasil pemecahan masalah dan menyamakan persepsi tentang faktor-faktor dari karakteristik benda yang berpengaruh langsung terhadap peristiwa terapung, melayang dan tenggelam. Peserta didik diharapkan menggunakan buku sumber untuk bantuan mengevaluasi hasil diskusi

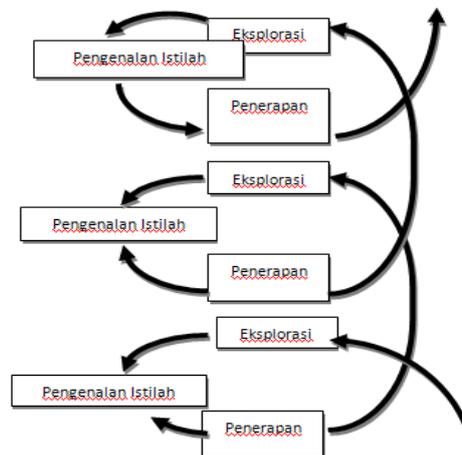
4. Model Siklus Belajar

Siklus belajar adalah pembelajaran dengan tahapan yang diatur sedemikian rupa sehingga peserta didik dapat menguasai kompetensi-kompetensi yang harus dicapai dengan ikut serta berperan aktif. Siklus belajar menekankan pada proses penyelidikan peserta didik untuk menyelidiki pengetahuan ilmiah melalui keterampilan proses untuk mendapatkan pengetahuan atau pengalaman belajar berdasarkan teori konstruktivisme. Model siklus belajar awalnya dikembangkan oleh Karlplus dan Thier (1967). Model ini memiliki tiga fase, yaitu fase Eksplorasi (*Exploration*), fase Penelusuran (*Invention*), dan fase Penemuan (*Discovery*). Namun, belakangan oleh Lawson (1988) fase-fase tersebut dinamai fase Eksplorasi



(*Exploration*), fase Pengenalan Istilah (*Term introduction*), dan fase Penerapan Konsep (*Concept application*). (Lawson, 1995:153).

Model siklus belajar tiga fase dapat digambarkan dalam bentuk spiral seperti tampak pada Gambar 2. Berdasarkan jenisnya, siklus belajar dapat diklasifikasikan ke dalam tiga jenis, yaitu: *descriptive*, *empirical-abductive*, dan *hypothetical-deductive*. Perbedaan di antara ketiganya terletak pada derajat siswa dalam mencapai penggambaran alam atau dalam menghasilkan hipotesis dan mengujinya. Pada siklus belajar *descriptive*, siswa menemukan dan menggambarkan sebuah pola empiris dalam suatu konteks khusus (eksplorasi). Guru memberikan nama (pengenalan istilah), dan pola, kemudian diidentifikasi dalam konteks (aplikasi konsep).



Gambar 1.2. Bagan Siklus Belajar Jenis Spiral (Sumber : Lawson, 1995, *Science Teaching and the Development of Thinking*)

Dalam siklus belajar *empirical-abductive* siswa menemukan dan menggambarkan sebuah pola empiris dalam konteks khusus (*exploration*), tetapi diikuti oleh penciptaan pola-pola mengenai berbagai penyebabnya. Untuk itu dibutuhkan suatu abduksi untuk mentransfer istilah (*term*) dan konsep yang dipelajari pada suatu konteks ke dalam konteks baru (*term introduction*). Selama fase eksplorasi siswa dibimbing oleh guru mengumpulkan data untuk melihat konsistensi hipotesis dengan data dan mengenali fenomenanya (*concept application*). Dengan kata lain, observasi dibuat dalam peragaan *descriptive*, meskipun dalam jenis siklus belajar ini lebih lanjut dapat menciptakan (melalui



abduksi) dan menguji hukum sebab-akibat, yang dalam hal ini disebut *empirical-abductive*.

Jenis ketiga siklus belajar yaitu *Hypothetical-deductive* melibatkan pernyataan tentang *pertanyaan* sebab-akibat yang menggiring siswa pada pertanyaan dan menciptakan penjelasan alternatifnya. Siswa diberi waktu untuk melakukan deduksi terhadap konsekuensi logis dari penjelasannya dan merencanakan percobaan untuk mengujinya (*exploration*). Hasil analisis terhadap percobaannya memunculkan beberapa hipotesis yang diperkuat, mungkin juga ada yang dibuang karena tidak sesuai dengan fakta yang diperoleh dalam percobaan, dan ada beberapa istilah (*term*) yang ditemukan (*term introduction*). Akhirnya dihasilkan konsep-konsep dan pola berpikir yang relevan dan didiskusikan, sehingga dapat diterapkan dalam situasi yang lain dikemudian hari (*concept applications*). Jenis siklus belajar ini membutuhkan penciptaan eksplisit dan pengujian hipotesis alternatif melalui perbandingan deduksi logis dengan fakta empiris yang dihasilkan dan itulah mengapa jenis siklus belajar ini dinamakan *hypothetical-deductive*.

Selanjutnya model 3E dikembangkan menjadi 5E. Model Siklus Belajar 5E dikemukakan oleh Bybee, terdiri atas 5 fase, yaitu: *Engagement* (pelibatan siswa), *Exploration* (eksplorasi/penggalian *informasi*), *Explanation* (penjelasan), *Elaboration* (penjelasan lebih lanjut), dan *Evaluation* (evaluasi).

a. Tahapan Siklus Belajar 5E

Berikut ini dijelaskan salah satu variasi siklus belajar yang dikenal adalah model siklus belajar 5E (*The 5E Learning Cycle*). Model ini meliputi kegiatan *Engagement*, *Exploration*, *Explanation*, *Elaboration*, *Evaluation* (Bybee, 1997).

- 1) Tahap pertama (*engagement*) bertujuan mempersiapkan diri peserta didik agar untuk menempuh tahap berikutnya dengan jalan mengeksplorasi pengetahuan awal dan ide-ide mereka serta untuk mengetahui kemungkinan adanya miskonsepsi pada pembelajaran sebelumnya. Pada tahap *engagement* ini diupayakan dapat dibangkitkan minat dan keingintahuan (*curiosity*) peserta didik tentang topik yang akan dipelajari. Pada tahap ini pula peserta didik diarahkan untuk membuat perkiraan



atau prediksi tentang fenomena yang akan dipelajari dan dibuktikan pada tahap eksplorasi.

- 2) Pada tahap kedua (*exploration*), peserta didik diberi kesempatan untuk bekerjasama dalam kelompok-kelompok kecil untuk menguji perkiraan atau prediksi, melakukan pengamatan, mencatat hasil serta ide-ide melalui kegiatan-kegiatan seperti praktikum dan telaah literatur.
- 3) Pada tahap ketiga (*explanation*), peserta didik difasilitasi oleh guru untuk menjelaskan konsep dengan kalimat mereka sendiri, menunjukkan bukti atas penjelasan mereka melalui diskusi. Pada tahap ini peserta didik diharapkan menemukan istilah-istilah dari konsep yang dipelajari.
- 4) Pada tahap keempat (*elaboration/extension*), peserta didik diarahkan untuk menerapkan konsep dan ketrampilan dalam situasi baru melalui kegiatan-kegiatan seperti *problem solving* dan praktikum lanjutan.
- 5) Pada tahap akhir atau kelima (*evaluation*), dilakukan evaluasi terhadap keefektifan tahap-tahap sebelumnya dan evaluasi terhadap hasil belajar atau kompetensi peserta didik melalui *problem solving* pada konteks baru, atau mendorong peserta didik melakukan penyelidikan lebih lanjut.

Berdasarkan tahapan-tahapan dalam pembelajaran bersiklus seperti telah dipaparkan, diharapkan peserta didik tidak hanya mendengar penjelasan verbal guru tetapi dapat berperan aktif untuk memperoleh pemahaman terhadap konsep-konsep yang dipelajari.

Jika dikaitkan dengan pola umum pembelajaran pada kegiatan pendahuluan, inti, dan penutup yang, maka siklus belajar lima tahap (5E) ditunjukkan pada Tabel berikut.

Tabel 1.3. Tahapan Siklus Belajar 5E

POLA UMUM PEMBELAJARAN	SIKLUS BELAJAR 5E
Kegiatan Awal	<i>Engagement</i>
Kegiatan Inti	<i>Exploration</i> <i>Explanation</i> <i>Elaboration</i>
Kegiatan Penutup	<i>Evaluation</i>



Berikut beberapa contoh kegiatan yang dapat dilakukan dalam pembelajaran IPA dengan model siklus belajar 5E.

Tabel 1.4. Aktivitas dalam Tahapan Siklus Belajar 5E

TAHAPAN	CONTOH KEGIATAN
Engagement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guru menunjukkan obyek, peristiwa atau mengajukan pertanyaan untuk memotivasi peserta didik ▪ Guru menghubungkan pengetahuan awal peserta didik dengan pengetahuan/kegiatan yang akan dipelajari dan yang akan dilakukan peserta didik ▪ Guru membangkitkan rasa ingin tahu peserta didik dengan demonstrasi, pertanyaan terbuka, atau penyajian masalah ▪ Guru meminta peserta didik untuk mengajukan pertanyaan berdasarkan demonstrasi yang dilakukan ▪ Guru meminta peserta didik untuk mengemukakan apa yang dipikirkan
Exploration	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peserta didik mengeksplorasi obyek dan fenomena yang ditunjukkan secara kongkrit ▪ Peserta didik melakukan aktivitas hands-on (praktikum) dengan bimbingan guru ▪ Guru mendorong peserta didik untuk berinteraksi baik dengan media atau peserta didik lain dalam diskusi ▪ Guru mengajukan pertanyaan bimbingan untuk membantu peserta didik dalam melakukan eksperimen/penyelidikan. ▪ Guru memberi waktu pada peserta didik untuk memecahkan masalah
Explanation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peserta didik menjelaskan pemahamannya tentang konsep dan proses yang terjadi pada aktivitas handson ▪ Guru memperkenalkan konsep dan keterampilan baru serta meluruskan konsep/keterampilan peserta didik yang keliru ▪ Guru mendorong peserta didik untuk menggunakan pengalaman belajar yang diperolehnya dalam tahap <i>engage</i> dan <i>exploration</i> dalam membuat penjelasan ▪ Guru mengajukan pertanyaan untuk membantu peserta didik mengekspresikan pemahaman dan penjelasan peserta didik ▪ Guru meminta peserta didik untuk menunjukkan fakta atau data pada peserta didik memberikan penjelasan ▪ Guru memberi waktu pada peserta didik untuk membandingkan gagasannya dengan gagasan peserta didik lain dan jika mungkin memperbaikinya ▪ Guru mengenalkan konsep baru dan penjelasan alternatif setelah peserta didik mengekspresikan gagasannya
Elaboration	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Peserta didik mengaplikasikan konsep baru dalam konteks lain untuk mengembangkan pemahaman dan keterampilannya ▪ Guru memfokuskan peserta didik pada hubungan konseptual antara pengalaman baru dengan pengetahuan awal peserta



TAHAPAN	CONTOH KEGIATAN
	<p>didik</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Guru mendorong peserta didik untuk menggunakan apa yang telah dipelajari untuk menjelaskan gagasan baru▪ Guru memberi penguatan pada peserta didik untuk menggunakan istilah dan penjelasan▪ Guru mengajukan pertanyaan untuk membantu peserta didik mengemukakan kesimpulan dan alasannya berdasarkan fakta dan data
Evaluation	<ul style="list-style-type: none">▪ Guru menilai pengetahuan, keterampilan dan kemampuan peserta didik. Kegiatan guru memberikan kemungkinan untuk mengevaluasi kemampuan peserta didik dan efektivitas pembelajaran▪ Guru mengamati dan merekam kegiatan belajar dan pemahaman peserta didik▪ Guru memberi waktu pada peserta didik untuk membandingkan gagasannya dengan peserta didik lain untuk memperbaiki cara berpikirnya▪ Guru mewawancarai peserta didik untuk menilai kemajuan belajar peserta didik▪ Guru menilai kemajuan belajar peserta didik▪ Guru mengajak peserta didik untuk melakukan refleksi pembelajaran

diadaptasi dari Bybee, dkk. (1989) dalam Zubaidah (2014)

Berikut ini dijelaskan secara rinci tahapan pembelajaran siklus belajar lima tahap (5E).

1) Tahap *Engagement*

Pada tahap *engagement*, guru menggali pengetahuan awal peserta didik dengan memfokuskan perhatian dan minat peserta didik terhadap topik yang dibahas, memunculkan pertanyaan dan memperoleh respons dari peserta didik.

Tahap ini berguna untuk hal-hal berikut.

- a) Membangkitkan keingintahuan dan ketertarikan peserta didik terhadap topik yang dipelajari.
- b) Mengarahkan peserta didik pada pemahaman tentang penyelidikan ilmiah.
- c) Merangsang peserta didik untuk mengajukan pertanyaan tentang proses penyelidikan ilmiah.



- d) Mendorong peserta didik untuk membandingkan gagasannya dengan gagasan peserta didik lain.
- e) Memberi peluang pada guru untuk memberikan penilaian terhadap pemahaman peserta didik tentang konsep yang dipelajari.

Pada saat menggali pengetahuan awal, guru dapat mengajukan masalah yang bertentangan. Misalnya, dengan demonstrasi benda A dan benda B yang memiliki massa *berbeda* dijatuhkan dari ketinggian yang sama.

Pertanyaan yang dapat diajukan: “*benda manakah yang jatuh lebih dahulu ke lantai*”? Berdasarkan demonstrasi tersebut diharapkan timbul konflik kognitif pada peserta didik sehingga peserta didik satu dengan peserta didik lain mengajukan jawaban yang berbeda. Dari respons peserta didik, guru dapat mengetahui pemahaman awal peserta didik tentang konsep yang dibahas sebelum pembelajaran.

2) *Tahap Exploration*

Pada tahap eksplorasi, peserta didik belajar melalui aksi dan reaksi mereka sendiri dalam situasi baru. Peserta didik mengeksplorasi materi dan gagasan baru dengan bimbingan seperlunya dari guru. Pengalaman baru memunculkan pertanyaan dan masalah yang tidak dapat dipecahkan dengan gagasan-gagasan peserta didik yang sudah ada sebelumnya. Tahap eksplorasi memberikan kesempatan pada peserta didik untuk menyampaikan gagasan-gagasan yang bertentangan, yang dapat menimbulkan perdebatan dan analisis dari alasan munculnya gagasan mereka.

Pada tahap eksplorasi peserta didik dapat melakukan eksperimen agar dapat mengkonstruksi pemahamannya, dan melakukan hal-hal berikut.

- a) Berinteraksi langsung dengan alat/bahan dan gagasan tentang materi yang dipelajari dalam kelompok diskusi.
- b) Mencari cara untuk memecahkan masalah atau menyusun pertanyaan.
- c) Memeroleh pengalaman langsung, membandingkan hasil dan gagasannya dengan hasil dan gagasan yang diperoleh peserta didik lain.
- d) Mengamati, mendeskripsikan, merekam dan mengkomunikasikan gagasan dan pengalamannya.



- e) Menyatakan pemahamannya melalui pertanyaan yang yang dapat diuji (hipotesis) dan penyelidikan ilmiah.

3) Tahap *Explanation*

Pada tahap *explanation*, kegiatan diawali dengan pengenalan konsep baru yang digunakan pada pola-pola yang diperoleh pada tahap eksplorasi. Konsep baru tersebut dapat diperkenalkan oleh guru, melalui buku bacaan, film atau media lainnya. Selama tahap eksplanasi guru memotivasi peserta didik untuk menjelaskan konsep yang dibahas dengan kata-kata sendiri, mengajukan fakta dan klarifikasi terhadap penjelasannya, dan mendengarkan secara kritis penjelasan peserta didik. Tahap eksplanasi selalu mengikuti tahap eksplorasi dan berkaitan langsung dengan pola yang ditemukan selama kegiatan eksplorasi.

Tahap eksplanasi mendorong peserta didik untuk melakukan hal-hal berikut.

- a) Menjelaskan konsep dan gagasannya (dengan kalimat sendiri) tentang masalah dan penyelesaian masalah.
- b) Membiasakan peserta didik mendengar dan membandingkan penjelasan peserta didik lain.
- c) Berdiskusi dalam kelompok kecil maupun diskusi kelas sehingga terbiasa mengemukakan gagasannya secara lisan.
- d) Merekam dan memperbaiki gagasannya berdasarkan pertimbangannya pada saat diskusi.
- e) Menggunakan simbol, terminologi dan bahasa formal.
- f) Membandingkan pemikirannya dengan pemikiran sebelumnya.

4) Tahap *Elaboration*

Tahap berikutnya adalah *elaboration* atau disebut juga aplikasi konsep. Pada tahap ini peserta didik menerapkan konsep atau keterampilan pada situasi baru. Tahap ini memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk menggunakan konsep-konsep yang telah diperkenalkan untuk menyelidiki konsep-konsep tersebut lebih lanjut. Tahap elaborasi memberi kesempatan pada peserta didik untuk melakukan hal-hal berikut.



- a) Membuat hubungan konseptual antara pengalaman baru dengan pengalaman sebelumnya, hubungan konsep yang dipelajari dengan konsep sebelumnya melalui penyelidikan ilmiah.
- b) Menghubungkan gagasan, pemecahan masalah dan menerapkan gagasannya dalam situasi baru.
- c) Menggunakan istilah dan deskripsi ilmiah.
- d) Memperdalam pemahaman tentang konsep dan proses ilmiah.
- e) Mengomunikasikan pemahamannya pada peserta didik lain.

5) Tahap *Evaluation*

Tahap terakhir adalah *evaluation* yang dilakukan pada seluruh pengalaman belajar peserta didik. Aspek yang dievaluasi pada tahap ini adalah pengetahuan atau keterampilan, aplikasi konsep, dan perubahan proses berpikir peserta didik. Tahap evaluasi juga memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menilai cara belajarnya, mengevaluasi kemajuan belajar dan proses pembelajaran. Tahap evaluasi memberi kesempatan pada peserta didik untuk melakukan hal-hal berikut.

- a) Mendemonstrasikan apa yang dipahami tentang penyelidikan ilmiah dan bagaimana menggunakan pengetahuannya dalam penyelidikan ilmiahnya, serta untuk mengevaluasi penyelidikan di kelas.
- b) Mengkomunikasi gagasan terbaru pada peserta didik lain (jika dengan tes lisan).
- c) Menilai kemajuan belajar peserta didik dengan membandingkan pemahaman baru dengan pengetahuan awal peserta didik.
- d) Menguji kedalaman pemahaman konsep peserta didik melalui pertanyaan.

Pada model siklus belajar 6 tahap (*learning cycle 6E*) adalah pengembangan dari siklus belajar 5E dengan penambahan tahap *elicitation*, dilanjutkan, *engagement*, *exploration*, *explanation*, *elaboration*, dan *evaluation*. Pada model siklus belajar tujuh tahap (*learning cycle 7E*), merupakan pengembangan dari model siklus belajar lima tahap (5E), dengan perubahan tahap *engagement* menjadi dua tahapan yaitu *elicitation* dan *engagement*, sedangkan pada tahap *elaboration* dan *evaluation* menjadi tiga tahapan menjadi *elaboration*, *evaluation* dan *extension*. Selain



siklus belajar 5E, model siklus belajar yang lain tidak dibahas secara rinci pada buku guru ini.

D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah mengkaji materi tentang model pembelajaran *Discovery Learning*, *Project Based Learning*, *Problem Based Learning*, Model *Learning Cycle 5E*, Anda dapat mencoba mengidentifikasi topik Fisika yang dapat disajikan menggunakan model-model pembelajaran tersebut. Selanjutnya Anda berlatih membuat skenario pembelajaran satu topik Fisika menggunakan model pembelajaran tersebut secara mandiri dan sebaiknya perwakilan peserta mempresentasikan hasil percobaan, peserta lain menyimak presentasi dengan cermat dan serius sebagai penghargaan kepada pembicara.

Lembar Kerja D1.01

KAJIAN TOPIK MODEL PEMBELAJARAN

Tujuan Kegiatan: Melalui diskusi kelompok peserta diklat mampu mengidentifikasi konsep-konsep penting topik Model Pembelajaran dalam bentuk peta pikiran

Langkah Kegiatan:

1. Pelajari *hand out* tentang model pembelajaran
2. Identifikasi konsep-konsep penting yang ada pada topik model-model pembelajaran dan gambarkan dalam peta pikiran
3. Setelah selesai, presentasikan hasil diskusi kelompok Anda!
4. Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!



Lembar Kerja D1.02

IDENTIFIKASI TOPIK FISIKA UNTUK MODEL TERTENTU

Tujuan Kegiatan: Melalui diskusi kelompok, analisis kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi, peserta mampu mengidentifikasi topik-topik Fisika yang dapat disajikan dengan model pembelajaran tertentu

Langkah Kegiatan

1. Pelajari *hand-out* tentang model pembelajaran *project based learning*!
2. Siapkan dan pelajari dokumen kurikulum, terutama yang berkaitan dengan KI-KD mata pelajaran Fisika (*Lampiran*) dan hasil kegiatan analisis kurikulum!
3. Pelajari lembar kerja format analisis model pembelajaran!

Format Analisis

No	Kompetensi Dasar	Indikator	Topik/Sub-Topik
1	3.....		
	4.....		
2	3.....		
	4.....		
3	3.....		
	4.....		

4. Isilah Lembar kerja analisis model pembelajaran dengan mencantumkan kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi dan topik/sub topik pada kolom yang tersedia!
5. Analisis model pembelajaran yang tepat untuk proses pembelajaran pada topik yang dipilih dengan kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensinya!



Lembar Kerja D1.03

PERANCANGAN PENERAPAN MODEL PADA PEMBELAJARAN FISIKA

Tujuan Kegiatan : Pada kegiatan ini diharapkan peserta mampu merancang pembelajaran Fisika dengan menerapkan model pembelajaran tertentu.

Langkah Kegiatan :

1. Pelajari konsep model-model pembelajaran pada *hand-out* dan contoh-contoh penerapannya pada pembelajaran Fisika
2. Cermati lembar kerja perancangan model pembelajaran.
3. Pilihlah satu subtopik/submateri/subtema untuk satu kali tatap muka yang sesuai dengan model pembelajaran tertentu
4. Isilah Lembar Kerja perancangan model pembelajaran sesuai dengan model yang Anda pilih

Model Pembelajaran:

Kompetensi Dasar	:	3. 4.
Topik	:	
Sub Topik	:	
Tujuan	:	
Alokasi Waktu	:	

TAHAP PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN



E. Latihan/Tugas/Kasus

Setelah mempelajari materi Teori Belajar, silahkan Anda mencoba mengerjakan latihan soal secara mandiri selanjutnya diskusikan dalam kelompok. Kumpulkan hasil kerja tepat waktu sesuai jadwal yang ditentukan.

a. Latihan Soal

Jawablah pertanyaan berikut dengan melingkari huruf A, B, C, atau D yang merupakan pilihan jawaban yang paling benar.

1. Diantara kegiatan berikut ini kegiatan yang termasuk tahap *verification* pada model pada *Discovery Learning* adalah....
 - A. peserta didik melakukan pemeriksaan secara cermat untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang telah ditetapkan
 - B. proses menarik sebuah kesimpulan yang dapat dijadikan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama
 - C. kegiatan mengolah data dan informasi yang telah diperoleh baik melalui wawancara, observasi, dan sebagainya, lalu ditafsirkan
 - D. peserta didik melakukan eksperimen atau eksplorasi, sebanyak-banyaknya yang relevan untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis.
2. Diantara kompetensi dasar pembelajaran Fisika yang *kurang sesuai* untuk dicapai melalui model *Discovery Learning* adalah....
 - A. Mengajukan ide/gagasan tentang penggunaan indikator yang tepat untuk menentukan keasaman asam/basa atau titrasi asam/basa.
 - B. Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan untuk mengetahui sifat larutan elektrolit dan larutan non-elektrolit.
 - C. Merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan faktor-faktor yang mempengaruhi pergeseran arah kesetimbangan
 - D. Mengevaluasi dampak pembakaran senyawa hidrokarbon terhadap lingkungan dan kesehatanserta cara mengatasinya



3. Model-model pembelajaran memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Berikut ini merupakan karakteristik model *project based learning*, kecuali...
 - A. peserta didik membuat keputusan tentang sebuah kerangka kerja;
 - B. peserta didik mendesain proses untuk menentukan solusi atas permasalahan atau tantangan yang diajukan;
 - C. peserta didik secara kolaboratif bertanggungjawab untuk mengakses dan mengelola informasi untuk memecahkan permasalahan;
 - D. membuat peserta didik menjadi lebih aktif dan berhasil memecahkan problem-problem yang kompleks

4. Berikut ini kegiatan yang termasuk sintak model *Project Based Learning*
 - i. membimbing orientasi peserta didik kepada masalah
 - ii. membuat timeline untuk menyelesaikan proyek,
 - iii. mengembangkan dan menyajikan hasil karya
 - iv. membuat deadline penyelesaian proyek,
 - A. i dan ii
 - B. i dan iii
 - C. ii dan iv
 - D. iii dan iv

5. Manakah dari pernyataan berikut yang menyatakan pengertian tentang model PBL?
 - A. PBL sebagai belajar yang dihasilkan dari proses belajar yang didasarkan atas pemahaman atau resolusi terhadap suatu tugas-tugas yang diberikan oleh guru.
 - B. PBL merupakan suatu model pembelajaran yang menantang peserta didik untuk “belajar bagaimana belajar”, bekerja secara berkelompok untuk mencari solusi dari permasalahan dunia nyata.
 - C. PBL merupakan suatu cara mengajar yang merangsang peserta didik untuk menganalisis dan melakukan sintesis dalam kesatuan struktur atau situasi dimana masalah itu berada atas dorongan guru.



- D. PBL merupakan model pembelajaran yang menekankan pada kemampuan berpikir tingkat tinggi untuk melakukan analisis dan sintesis dalam mengidentifikasi permasalahan dalam kehidupan sehari-hari.
6. Salah satu alasan mengapa PBL penting digunakan dalam pembelajaran adalah dapat melatih peserta didik untuk....
- membuat keputusan tentang sebuah kerangka kerja
 - berpikir tingkat tinggi dan berpikir ilmiah
 - bertanggungjawab untuk mengelola informasi
 - berkolaborasi untuk kerja tim
7. Topik penyepuhan logam dapat diajarkan selain dapat menggunakan model PJBL. Jika guru ingin memperluas dampak iringan pembelajaran adanya tindakan-tindakan nyata dari peserta didiknya setelah mempelajari penyepuhan logam, maka model yang digunakan adalah...
- Sain-Teknologi-Masyarakat
 - Siklus belajar 5 E
 - Problem base Learning*
 - Discovery Learning*
8. Berikut ini pernyataan kegiatan dan sintak model siklus belajar 5 E. pada topik konsep teori tumbukan dalam reaksi, pernyataan yang benar adalah....

	<i>Sintak</i>	Uraian Kegiatan
A	<i>Exploration</i>	Peserta didik diminta mengamati gambar obat mag dalam bentuk tablet dan cairan kemudian memberikan pertanyaan tentang proses yang berkaitan dengan laju reaksi
B	<i>Engagement</i>	Peserta didik mendiskusikan hasil kajian tentang teori tumbukan melalui gambar-gambar kemungkinan terjadinya tumbukan antar molekul pada reaksi Fisika
C	<i>Elaborasi</i>	Peserta didik mendiskusikan hubungan teori tumbukan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi
D	<i>Explanasi</i>	Guru melakukan evaluasi terhadap pemahaman Peserta didik terhadap konsep teori tumbukan pada laju reaksi



b. Tugas Individual

Buatlah skenario pembelajaran Fisika untuk satu KD sebagai bahan RPP Anda secara mandiri, cermat dan kumpulkan tugas sesuai waktu yang ditentukan.

F. Rangkuman

Saat ini telah berkembang model-model pembelajaran inovatif, di antaranya model *Discovery Learning*, *Project Based Learning*, *Problem Based Learning*, Model *Learning Cycle 5e*. Model-model pembelajaran tersebut menuntut keikutsertaan peserta didik dalam belajar dan melatih keterampilan berpikir kritis, kemampuan berkolaborasi, serta kemampuan memecahkan masalah.

Setiap model memiliki sintak pembelajaran yang berbeda, sintak model *Discovery Learning* meliputi: *Stimulation*, *Problem statement*, *Data collection*, *Data processing*, *Verification* dan *Generalisasi*. *Project Based Learning* meliputi: Penentuan Pertanyaan Mendasar, Mendesain Perencanaan Proyek, Menyusun Jadwal, Monitoring, Menguji Hasil dan Mengevaluasi Pengalaman. *Problem Based Learning* meliputi: Orientasi peserta didik kepada masalah, Mengorganisasikan peserta didik, Membimbing penyelidikan individu dan kelompok, Mengembangkan dan menyajikan hasil karya dan Menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Model *Learning Cycle* meliputi: *Engagement*, *Eksplorasi*, *Explanation*, *Explanation*, dan *Evaluation*.

G. Umpan Balik

Setelah menyelesaikan soal, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silakan Anda melanjutkan Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali mempelajari materi dalam modul ini dengan lebih cermat, kreatif, disiplin dan jika memungkinkan diskusikan dengan rekan sejawat.

KUNCI/ RAMBU-RAMBU JAWABAN TUGAS

RAMBU-RAMBU

Jawaban dapat disesuaikan dengan bacaan

Setelah Anda mencoba untuk mengerjakan tugas, silahkan Anda periksa apakah tugas sudah sesuai dengan rubrik berikut. Perbaiki tugas agar memperoleh nilai yang Amat Baik

No 1. Pengolahan nilai sikap, pengetahuan dan keterampilan

PERINGKAT	NILAI	KRITERIA
Amat Baik (A)	$90 < A \leq 100$	<ol style="list-style-type: none">1. Terdapat identitas tugas.2. Terdapat topik atau sub topik cocok sesuai dengan KD3. Terdapat kegiatan pembelajaran pada setiap sintak contoh4. Uraian kegiatan pembelajaran sesuai dengan sintak pada model pembelajaran5. Penulisan uraian kegiatan jelas dan sistematis
Baik (B)	$80 < B \leq 90$	Ada 4 aspek sesuai dengan kriteria, 1 aspek kurang sesuai
Cukup (C)	$70 < C \leq 80$	Ada 3 aspek sesuai dengan kriteria, 2 aspek kurang sesuai
Kurang (K)	≤ 70	Ada 2 aspek sesuai dengan kriteria, 3 aspek kurang sesuai

EVALUASI

1. Diantara kegiatan berikut ini kegiatan yang termasuk tahap *verification* pada model pada *Discovery Learning* adalah....
 - A. peserta didik melakukan pemeriksaan secara cermat untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang telah ditetapkan
 - B. proses menarik sebuah kesimpulan yang dapat dijadikan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama
 - C. kegiatan mengolah data dan informasi yang telah diperoleh baik melalui wawancara, observasi, dan sebagainya, lalu ditafsirkan
 - D. peserta didik melakukan eksperimen atau eksplorasi, sebanyak-banyaknya yang relevan untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis.
2. Pada model *Discovery Learning* guru memberi kesempatan kepada siswa untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin masalah yang relevan dengan bahan pelajaran, kemudian salah satunya dipilih dan dirumuskan dalam bentuk hipotesis (jawaban sementara atas pertanyaan masalah). Kegiatan ini termasuk tahap....
 - A. *Stimulation*
 - B. *Verification*
 - C. *Data processing*
 - D. *Problem statement*
3. Menciptakan Situasi (Stimulasi), Pembahasan Tugas dan Identifikasi Masalah Observasi, Pengumpulan Data, Pengolahan data dan Analisis, Verifikasi dan Generalisasi merupakan sintak dari model pembelajaran....
 - A. berbasis pemecahan masalah
 - B. berbasis penyingkapan/penelitian



- C. berbasis pendekatan saintifik
 - D. berbasis proyek
4. Menurut Bruner perkembangan kognitif seseorang terjadi melalui tiga tahap yang meliputi: *enactiv*, *iconic*, dan *symbolic*. Pernyataan berikut yang tepat berkaitan dengan dengan tahapan *iconic* adalah
- A. seseorang dalam upaya untuk memahami lingkungan sekitarnya adalah dengan menggunakan pengetahuan motorik
 - B. seseorang dalam upaya untuk memahami objek-objek atau dunianya adalah melalui bentuk perumpamaan dan perbandingan
 - C. seseorang dalam upaya untuk memahami dunia sekitarnya adalah melalui simbol-simbol bahasa, logika, dan matematika
 - D. seseorang dalam upaya untuk memahami dunia sekitarnya melalui ide-ide atau gagasan-gagasan abstrak yang sangat dipengaruhi oleh kemampuannya dalam berbahasa dan logika
5. Pada RPP seorang guru terdapat langkah kegiatan: Peserta membuat aturan kapan kegiatan penyelesaian proyek, tempat melakukan tugas proyek, bahan yang diperlukan dan benda-benda yang akan disepuh dan waktu membuat laporan proyek. Langkah kegiatan tersebut pada model pembelajaran berbasis proyek merupakan kegiatan pada tahap....
- A. mendesain perencanaan proyek
 - B. penentuan pertanyaan mendasar
 - C. mengevaluasi pengalaman
 - D. menyusun jadwal
6. Tahap-tahap model *project based learning* meliputi penentuan pertanyaan mendasar, mendesain perencanaan proyek, menyusun jadwal, memonitor peserta didik dan kemajuan proyek, menguji hasil, dan mengevaluasi pengalaman. Pada saat peserta didik melaksanakan tugas proyek sesuai rancangan kegiatan kegiatan guru berdasarkan tahap-tahap model *project based learning* adalah....
- A. memonitor peserta didik dan kemajuan proyek



- B. mendesain perencanaan proyek
 - C. menguji hasil
 - D. mengevaluasi pengalaman
7. Manakah dari pernyataan berikut ini yang merupakan sintaks model PBL?
- A. Orientasi peserta didik, mengorganisasikan peserta didik, membimbing penyelidikan individu dan kelompok, mempersentasikan hasil penyelidikan, mengevaluasi proses pemecahan masalah
 - B. Penentuan masalah, merancang solusi, mengorganisasikan peserta didik, Membimbing penyelidikan individu dan kelompok, Mengevaluasi Pengalaman
 - C. Identifikasi masalah, rumusan masalah, rancangan penyelidikan, mengomunikasikan hasil, mengevaluasi hasil penyelidikan
 - D. Orientasi peserta didik kepada masalah, mengorganisasikan peserta didik, Membimbing penyelidikan individu dan kelompok, mengembangkan dan menyajikan karya, Menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah
8. Salah satu prinsip dalam penggunaan PBL adalah guru memberikan konsep dasar. Tujuan pemberian konsep dasar pada awal pembelajaran adalah untuk....
- A. mengingatkan peserta didik pada konsep-konsep yang akan digunakan untuk memecahkan masalah
 - B. memberikan gambaran ruang lingkup konsep yang dapat digunakan untuk memecahkan masalah
 - C. memberikan penguatan agar peserta didik dapat membandingkan dengan alternatif solusi masalah yang telah dirancang
 - D. mengarahkan peserta didik agar lebih cepat mendapatkan 'peta' yang akurat tentang arah dan tujuan pembelajaran.
9. Berikut ini penjelasan sintaks sebuah model pembelajaran:
- Guru mengundang peserta didik pada permasalahan
 - Peserta didik melakukan penggalian informasi dari sumber belajar
 - Peserta didik memberikan penjelasan dan alternatif pemecahan masalah



- Peserta didik merumuskan tindakan-tindakan yang dapat dilakukan setelah mempelajari konsep
- Penjelasan tersebut merupakan penjelasan sintaks model pembelajaran
- A. Siklus belajar 5 E
 - B. *Problem base Learning*
 - C. *Project bases Learning*
 - D. Sain-Teknologi-Masyarakat
10. Model-model pembelajaran memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Berikut ini merupakan karakteristik model *project based learning*, *kecuali*
- A. peserta didik membuat keputusan tentang sebuah kerangka kerja;
 - B. peserta didik mendesain proses untuk menentukan solusi atas permasalahan atau tantangan yang diajukan;
 - C. peserta didik secara kolaboratif bertanggungjawab untuk mengakses dan mengelola informasi untuk memecahkan permasalahan;
 - D. membuat peserta didik menjadi lebih aktif dan berhasil memecahkan problem-problem yang kompleks
11. Pada RPP seorang guru terdapat langkah kegiatan: Peserta membuat aturan kapan kegiatan penyelesaian proyek, tempat melakukan tugas proyek, bahan yang diperlukan dan benda-benda yang akan disepuh dan waktu membuat laporan proyek. Langkah kegiatan tersebut pada model pembelajaran berbasis proyek merupakan kegiatan pada tahap....
- A. mendesain perencanaan proyek
 - B. penentuan pertanyaan mendasar
 - C. mengevaluasi pengalaman
 - D. menyusun jadwal
12. Tahap-tahap model *project based learning* meliputi penentuan pertanyaan mendasar, mendesain perencanaan proyek, menyusun jadwal, memonitor peserta didik dan kemajuan proyek, menguji hasil, dan mengevaluasi pengalaman. Pada saat peserta didik melaksanakan tugas proyek sesuai rancangan kegiatan kegiatan guru berdasarkan tahap-tahap model *project based learning* adalah....
- A. mendesain perencanaan proyek



- B. memonitor peserta didik dan kemajuan proyek
 - C. menguji hasil
 - D. mengevaluasi pengalaman
13. Menciptakan Situasi (Stimulasi), Pembahasan Tugas dan Identifikasi Masalah Observasi, Pengumpulan data Pengolahan data dan analisis, Verifikasi dan Generalisasi merupakan sintak dari model pembelajaran
- A. berbasis proyek
 - B. berbasis pemecahan masalah
 - C. berbasis penyingkapan/penelitian
 - D. berbasis pendekatan ilmiah
14. "*Membantu peserta didik dalam merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai seperti laporan, model dan berbagi tugas dengan teman*" merupakan penjabaran dari salah satu sintak model belajar berbasis masalah
- A. orientasi peserta didik kepada masalah
 - B. membimbing penyelidikan individu dan kelompok
 - C. mengembangkan dan menyajikan hasil karya
 - D. menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah
15. Pada model problem base learning guru memberi kesempatan kepada siswa untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin masalah yang relevan dengan bahan pelajaran, kemudian salah satunya dipilih dan dirumuskan dalam bentuk hipotesis (jawaban sementara atas pertanyaan masalah). Kegiatan ini termasuk tahap....
- A. orientasi peserta didik kepada masalah
 - B. membimbing penyelidikan individu dan kelompok
 - C. mengembangkan dan menyajikan hasil karya
 - D. menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah
16. Berikut ini adalah aktivitas-aktivitas yang dilakukan oleh siswa dalam tahapan elaborasi pada sintak model pembelajaran siklus belajar 5E, kecuali
- A. membuat hubungan konseptual antara pengalaman baru dengan pengalaman sebelumnya, hubungan konsep yang dipelajari dengan konsep sebelumnya melalui penyelidikan ilmiah.



- B. Menghubungkan gagasan, pemecahan masalah dan menerapkan gagasannya dalam situasi baru.
 - C. mendemonstrasikan apa yang dipahami tentang penyelidikan ilmiah dan bagaimana menggunakan pengetahuannya dalam penyelidikan ilmiah
 - D. mengomunikasikan pemahamannya pada peserta didik lain
17. Salah satu tahapan dalam sintak model pembelajaran siklus belajar 5E adalah tahap *engagement*, tahapan ini pada dasarnya berfungsi untuk....
- A. membangkitkan keingintahuan dan ketertarikan peserta didik terhadap topik yang dipelajari
 - B. memperoleh pengalaman langsung, membandingkan hasil dan gagasannya dengan hasil dan gagasan yang diperoleh peserta didik lain
 - C. membiasakan peserta didik mendengar dan membandingkan penjelasan peserta didik lain
 - D. menghubungkan gagasan, pemecahan masalah dan menerapkan gagasannya dalam situasi baru
18. Seorang Guru Fisika melakukan kegiatan demonstrasi, mengajukan pertanyaan terbuka dan menyajikan masalah pada awal kegiatan pembelajarannya dengan tujuan untuk membangkitkan rasa ingin tahu peserta didik, kegiatan yang dilakukan oleh guru tersebut termasuk dalam tahapan....
- A. *exploration*
 - B. *engagement*
 - C. *explanation*
 - D. *evaluation*
19. Model pembelajaran siklus belajar 5E diyakini banyak memberikan keuntungan dalam proses pembelajaran, baik kepada peserta didik maupun kepada guru, salah satu manfaat yang dapat diperoleh guru dalam menerapkan model pembelajaran 5E adalah
- A. meningkatkan motivasi belajar karena peserta didik dilibatkan secara aktif dalam proses pembelajaran
 - B. membantu mengembangkan sikap ilmiah peserta didik



- C. pembelajaran menjadi lebih bermakna
D. meningkatkan kreatifitas guru dalam merancang kegiatan pembelajaran
20. Model pembelajaran siklus belajar 5E meliputi kegiatan *Engagement*, *Exploration*, *Explanation*, *Elaboration*, *Evaluation*. Tahapan yang dapat dimanfaatkan guru untuk mengidentifikasi salah konsep (miskonsepsi) dalam pemahaman peserta didik adalah tahapan
- A. *exploration*
B. *engagement*
C. *explanation*
D. *evaluation*
21. Pembelajaran dimana siswa belajar dan bekerja dalam kelompok-kelompok kecil dengan struktur kelompok yang heterogen disebut
- A. *Collaborative Learning*
B. *Competitive Learning*
C. *Cooperatif Learning*
D. *Quantum Learning*
22. Salah satu dampak negatif dari pembelajaran kooperatif adalah adanya
- A. persaingan antar anggota dalam satu kelompok
B. anggota kelompok yang tidak aktif
C. interaksi antar siswa sehingga kemampuannya tidak merata
D. siswa yang mementingkan kepentingan pribadi dalam kelompok belajar
23. Peranan guru dalam pembelajaran kooperatif adalah
- A. instruktur
B. pengamat
C. pencela
D. fasilitator dan motivator
24. Berikut ini adalah prinsip dasar pembelajaran kooperatif, kecuali
- A. interaksi siswa yang berkelanjutan



- B. saling ketergantungan yang positif
 - C. akuntabilitas individu
 - D. peningkatan kinerja prestasi akademik
25. Tujuan utama dari model pembelajaran kooperatif adalah
- A. mengoptimalkan penggunaan waktu belajar siswa
 - B. mengembangkan keterampilan kerjasama
 - C. mengembangkan keterampilan intelektual
 - D. mengembangkan keterampilan penyelidikan

PENUTUP

Demikian telah kami susun Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Kelompok Kompetensi D untuk guru Fisika SMA, dengan harapan dapat membantu Anda meningkatkan pemahaman terhadap materi Model-Model Pembelajaran dan selanjutnya dapat Anda implementasikan dalam pelaksanaan pembelajaran Fisika di sekolah masing-masing demi tercapainya pembelajaran yang berkualitas.

Materi yang disajikan dalam modul ini tidak terlalu sulit untuk dipelajari sehingga mudah dipahami. Modul ini berisikan konsep-konsep inti dan petunjuk-petunjuk praktis dalam pengembangan instrumen penilaian dengan bahasa yang mudah dipahami. Anda dapat mempelajari materi dan berlatih melalui berbagai aktivitas, tugas, latihan, dan soal-soal yang telah disajikan. Selanjutnya, Anda perlu terus memiliki semangat membaca bahan-bahan yang lain untuk memperluas wawasan tentang penyusunan instrumen penilaian.

Materi yang disajikan dalam modul ini disiapkan untuk guru pada kegiatan diklat baik secara mandiri maupun tatap muka di lembaga pelatihan atau di MGMP. Materi modul disusun sesuai dengan kompetensi pedagogik yang harus dicapai guru pada Kelompok Kompetensi D. Guru dapat belajar dan melakukan kegiatan diklat ini sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, praktik pengembangan RPP dan latihan, dst.

Bagi Anda yang menggunakan modul ini dalam pelaksanaan moda tatap muka kombinasi (*in-on-in*), Anda masih perlu menyelesaikan beberapa kegiatan pembelajaran secara mandiri ataupun kolaboratif bersama rekan guru di sekolah masing-masing (*on the job learning*). Adapun pembelajaran mandiri yang perlu Anda lakukan adalah **LK.D1.03 Perancangan Penerapan Model Pada Pembelajaran Fisika**, latihan soal pilihan ganda, dan latihan membuat soal.



Produk pembelajaran yang telah Anda hasilkan selama *on the job learning* akan menjadi tagihan yang akan dipresentasikan dan dikonfirmasi pada kegiatan tatap muka kedua (*in-2*).

Akhirnya, tak ada gading yang tak retak, begitu pula dengan modul ini yang masih perlu terus kami perbaiki untuk mencapai taraf kualitas yang lebih baik lagi. Oleh karena itu, kami menunggu dan mengharapkan saran-saran yang konstruktif dan membangun untuk memperbaiki modul ini lebih lanjut. Sekian dan terima kasih, semoga semua pengguna modul meraih kesuksesan, dan selalu mendapat ridho-Nya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Zainal. 2009. *Evaluasi Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Arikunto, Suharsimi. 2012. *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara
- Indrwati. 2007. *Teori Pembelajaran Pemrosesan Informasi*. Bandung: PPPG IPA
- Joyce and Weil. 1986. *Models of Teaching, Second Edition*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- . 1992. *Models of Teaching, Fourt Edition*. Boston: Allyb and Bacon.
- Kemdiknas. 2007. *Permendikas No. 16 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru*. Jakarta: Kementerian Pendidikan Nasional
- Kemdikbud. 2014. *Permendikbud No. 59 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas / Madrasah Aliyah*. Jakarta: Puskurbuk
- Kemdikbud. 2014. *Permendikbud No. 104 Tahun 2014 tentang Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah*. Jakarta: Puskurbuk
- Kemdikbud. 2015. *Panduan Untuk Sekolah Menengah Atas*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah
- Silberberg. 2011. *Chemistry The Molecular Nature of Matter and Change*. NewYork: Mc Graw Hill Companies. Inc.
- Suharto. 2015. *Modul Pelatihan Implementasi Kurikulum 2013*. Mata Pelajaran Fisika tahun 2015. Pusbangprodik, Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan



- Syaiful Sagala. 2005. *Konsep dan Makna Pembelajaran*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Surapranata, Sumarna. 2004. *Panduan Penulisan Tes Tertulis Implementasi Kurikulum 2004*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Surapranata, Sumarna. 2004. *Penilaian Portofolio Implementasi Kurikulum 2004*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya
- Tim Pengembang. 2013. *Modul Implementasi Kurikulum 2013 Mata Pelajaran Fisika*. Jakarta: Pusbangprodik
- Yager, Robert E. 1992. *The STS Approach Parallel Constructivist Practices*. Monash: Science Education International Journal; 3 (2) june.

GLOSARIUM

Indikator Pencapaian Kompetensi	<ul style="list-style-type: none">- perilaku yang dapat diukur dan/atau diobservasi untuk kompetensi dasar (KD) pada kompetensi inti (KI)-3 dan KI-4;- perilaku yang dapat diobservasi untuk disimpulkan sebagai pemenuhan KD pada KI-1 dan KI-2, yang kedua-duanya menjadi acuan penilaian mata pelajaran.
Kompetensi Dasar	kemampuan dan muatan pembelajaran untuk suatu mata pelajaran pada Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah yang mengacu pada Kompetensi Inti.
Kompetensi Inti	merupakan tingkat kemampuan untuk mencapai Standar Kompetensi Lulusan yang harus dimiliki seorang peserta didik Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah pada setiap tingkat kelas.
Kurikulum	seperangkat rencana dan pengaturan mengenai tujuan, isi, dan bahan pelajaran serta cara yang digunakan sebagai pedoman penyelenggaraan kegiatan pembelajaran untuk mencapai tujuan pendidikan tertentu
Model Pembelajaran	kerangka konseptual yang menggambarkan prosedur yang sistematis dalam mengorganisasikan pengalaman belajar peserta didik untuk mencapai tujuan belajar tertentu
Pembelajaran	proses interaksi antarpeserta didik, antara peserta didik dengan tenaga pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar.
Sintak	tahap-tahap kegiatan pembelajaran pada suatu model pembelajaran

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN FISIKA SMA

TERINTEGRASI
PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER

KELOMPOK KOMPETENSI D

FLUIDA, KALOR DAN TEORI KINETIK GAS

■ Eddy Susianto, S.Pd., M.Si.



Pusat Pengembangan Dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

**MODUL
PENGEMBANGAN KEPROFESIAN
BERKELANJUTAN**

**MATA PELAJARAN FISIKA
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)
KELOMPOK KOMPETENSI D**

**FLUIDA, KALOR, DAN
TEORI KINETIK GAS**

Penulis:

Eddy Susianto, S.Pd., M.Si.



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2017

MODUL

PENGEMBANGAN KEPROFESIAN

BERKELANJUTAN

MATA PELAJARAN FISIKA

SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI D

FLUIDA, KALOR, DAN TEORI

KINETIK GAS

Penanggung Jawab
Dr. Sediono Abdullah

Penyusun
Eddy Susianto, S.Pd., M.Si. 022-4231191 *bahariboy354@gmail.com*

Penyunting
Drs. Iwan Heryawan, M.Si.

Penelaah
Prof. Dr. Triyanta

Penata Letak
Nurul Atma Vita

Copyright © 2017

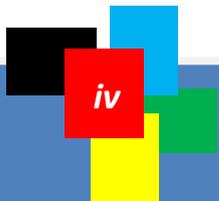
*Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan
Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA),
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

*Dilarang mengcopy sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersial
tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*

KATA SAMBUTAN





KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke Hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) mata pelajaran Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*Learning Material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar mandiri, fleksibel dan pro-aktif, sesuai kondisi dan kebutuhan penguatan kompetensi yang ditetapkan dalam Standar Kompetensi Guru.

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan yang merupakan salah satu program PPPPTK IPA ini disusun dalam rangka fasilitasi program peningkatan kompetensi guru pasca UKG yang telah diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. Materi modul dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi Guru sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru yang dijabarkan menjadi Indikator Pencapaian Kompetensi Guru.

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan ini dibuat untuk masing-masing mata pelajaran yang dijabarkan ke dalam 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Materi pada masing-masing modul kelompok kompetensi berisi materi kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional guru mata pelajaran, uraian materi, tugas, dan kegiatan pembelajaran, serta diakhiri dengan evaluasi dan uji diri untuk mengetahui ketuntasan belajar. Bahan pengayaan dan pendalaman materi dimasukkan pada beberapa modul untuk mengakomodasi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kegunaan dan aplikasinya dalam pembelajaran maupun kehidupan sehari-hari.

Penyempurnaan modul ini telah dilakukan secara terpadu dengan mengintegrasikan penguatan pendidikan karakter dan kebutuhan penilaian



peserta didik di sekolah dan ujian yang berstandar nasional. Hasil dari integrasi tersebut telah dijabarkan dalam bagian-bagian modul yang terpadu, sesuai materi yang relevan.

Modul ini telah ditelaah dan direvisi oleh tim, baik internal maupun eksternal (praktisi, pakar dan para pengguna). Namun demikian, kami masih berharap kepada para penelaah dan pengguna untuk selalu memberikan masukan dan penyempurnaan sesuai kebutuhan dan perkembangan ilmu pengetahuan teknologi terkini.

Besar harapan kami kiranya kritik, saran, dan masukan untuk lebih menyempurnakan isi materi serta sistematika modul dapat disampaikan ke PPPPTK IPA untuk perbaikan edisi yang akan datang. Masukan-masukan dapat dikirimkan melalui email para penyusun modul atau email p4tkipa@yahoo.com.

Akhirnya kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada para pengarah dari jajaran Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Manajemen, Widyaiswara dan Staf PPPPTK IPA, Dosen dan Guru yang telah berpartisipasi dalam penyelesaian modul ini. Semoga peran serta dan kontribusi Bapak dan Ibu semuanya dapat memberikan nilai tambah dan manfaat dalam peningkatan Kompetensi Guru IPA di Indonesia.

Bandung, April 2017

Kepala PPPPTK IPA,

Dr. Sediono, M.Si.

NIP. 195909021983031002

DAFTAR ISI

	Hal
KATA SAMBUTAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x

PENDAHULUAN		1
A.	Latar Belakang	1
B.	Tujuan	2
C.	Peta Kompetensi	2
D.	Ruang Lingkup	3
E.	Cara Penggunaan Modul	4

PEMBELAJARAN		
	KEGIATAN PEMBELAJARAN 1: FLUIDA	5
A.	Tujuan	5
B.	Indikator Ketercapaian Kompetensi	5
C.	Uraian Materi	5
D.	Aktivitas Pembelajaran	22
E.	Latihan	26
F.	Rangkuman	32
G.	Umpan Balik dan Tindak Lanjut	33



KEGIATAN PEMBELAJARAN 2: SUHU DAN KALOR	34
A. Tujuan	34
B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	35
C. Uraian Materi	35
D. Aktivitas Pembelajaran	50
E. Latihan	51
F. Rangkuman	53
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	55
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3: TEORI KINETIK GAS	56
A. Tujuan	56
B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	57
C. Uraian Materi	57
D. Aktivitas Pembelajaran	67
E. Latihan	68
F. Rangkuman	74
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	76
KUNCI JAWABAN LATIHAN	77
EVALUASI	80
PENUTUP	87
DAFTAR PUSTAKA	88
GLOSARIUM	89



DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 1	Alur strategi pelaksanaan pembelajaran tatap muka	4
Gambar 2	Alur pembelajaran tatap muka penuh	5
Gambar 3	Alur pembelajaran tatap muka kombinasi (<i>in-on-in</i>)	7
Gambar 1.1	Fluida dalam tabung.	11
Gambar 1.2	Fluida pada wadah yang berbeda	13
Gambar 1.3	Fluida pada 2 tabung tertutup	13
Gambar 1.4	Pengaruh gaya angkat fluida pada berat benda	14
Gambar 1.5	Gaya apung benda pada fluida	15
Gambar 1.6	Gaya apung pada benda yang tenggelam	16
Gambar 1.7	Gaya apung pada benda yang melayang	16
Gambar 1.8	Gaya apung pada benda yang terapung	17
Gambar 1.9	Aliran fluida pada pipa tabung dengan luas permukaan yang berbeda	19
Gambar 1.10	Tekanan dan kecepatan fluida yang mengalir pada tabung yang berbeda luas permukaannya.	20
Gambar 1.11	Usaha fluida yang mengalir pada tabung dengan beda ketinggian	20
Gambar 2.1	Kalor pada api unggun dan musim salju	35
Gambar 2.2	Bagian-bagian pada termometer	36
Gambar 2.3	Diagram Kalibrasi skala termometer	37
Gambar 2.4	Perbandingan skala 2 termometer	38
Gambar 2.5	Diagram perubahan wujud zat di pengaruhi kalor	41
Gambar 2.6	Aliran kalor pada 2 bahan yang berbeda	46
Gambar 3.1	Grafik hubungan antara tekanan dan volume gas pada suhu konstan	60



Gambar 3.2	Grafik hubungan antara volume gas dan suhu pada tekanan konstan	60
Gambar 3.3	Grafik hubungan antara tekanan dan suhu gas pada volume konstan	61
Gambar 3.4	Tumbukan partikel gas pada dinding kotak	63

DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1	Kompetensi guru mapel dan indikator pencapaian kompetensi	2
Tabel 2	Daftar lembar kerja modul	8
Tabel 2.1	Kalor Jenis (c) Beberapa Zat (pada tekanan 1 atm dan suhu 20oC, kecuali dinyatakan spesifikasinya)	40
Tabel 2.2	Kalor Jenis Gas (kkal/Kg.oC) pada tekanan (P) & volume (V) konstan	41
Tabel 2.3	Kalor Laten beberapa zat pada tekanan 1 atm	42

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Guru mempunyai kewajiban untuk selalu memperbaharui dan meningkatkan kompetensinya melalui kegiatan pengembangan keprofesian berkelanjutan sebagai esensi pembelajar seumur hidup. Dalam rangka mendukung pengembangan pengetahuan dan keterampilannya, dikembangkan modul untuk pengembangan keprofesian berkelanjutan melalui peningkatan kompetensi yang berisi topik-topik penting. Dengan adanya modul ini, memberikan kesempatan kepada guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif. Modul ini dapat digunakan oleh guru sebagai bahan ajar dalam kegiatan diklat tatap muka langsung atau tatap muka kombinasi (*in-on-in*).

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan yang berjudul “Fluida, Suhu dan Kalor, dan Teori Kinetik Gas” merupakan modul untuk kompetensi profesional guru pada Kelompok Kompetensi D (KK D). Materi pada modul dikembangkan berdasarkan kompetensi profesional guru pada Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007.

Setiap materi bahasan dikemas dalam kegiatan pembelajaran yang memuat tujuan, indikator pencapaian kompetensi, uraian materi, aktivitas pembelajaran, latihan/kasus/tugas, rangkuman, umpan balik, dan tindak lanjut. Pada setiap komponen modul yang dikembangkan ini telah diintegrasikan beberapa nilai karakter bangsa, baik secara eksplisit maupun implisit yang dapat diimplementasikan selama aktivitas pembelajaran dan dalam kehidupan sehari-hari untuk mendukung pencapaian revolusi mental bangsa. Integrasi ini juga merupakan salah satu cara **perwujudan kompetensi sosial dan kepribadian guru (Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007)** dalam bentuk modul. Selain itu, disediakan latihan soal dalam



bentuk pilihan ganda yang berfungsi juga sebagai model untuk guru dalam mengembangkan soal-soal UN/USBN sesuai topik di daerahnya masing-masing.

Pada bagian pendahuluan modul diinformasikan tujuan secara umum yang harus dicapai oleh guru setelah mengikuti diklat, Peta Kompetensi yang harus dikuasai guru pada KK D, Ruang Lingkup, dan Cara Penggunaan Modul. Setelah guru mempelajari modul ini diakhiri dengan Evaluasi untuk mengetahui pemahaman profesional guru terhadap materi.

B. Tujuan

Setelah guru mempelajari modul ini diharapkan dapat memahami materi kompetensi profesional yang terdiri atas Fluida Statis, Fluida Dinamis, Suhu, Kalor dan Teori Kinetik Gas.

C. Peta Kompetensi

Kompetensi inti yang diharapkan setelah guru belajar dengan menggunakan modul ini adalah menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran Fisika di SMA. Tabel berikut ini memuat Kompetensi Guru Mata Pelajaran dan Indikator Pencapaian Kompetensi yang diharapkan tercapai melalui pembelajaran dengan menggunakan modul Kelompok Kompetensi D.

Tabel 1. Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Guru Mapel	Indikator Pencapaian Kompetensi
20.1. Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori fisika serta penerapannya secara fleksibel.	<ul style="list-style-type: none">• Menerapkan konsep tekanan hidrostatis dalam pemecahan permasalahan kehidupan sehari-hari.• Menerapkan prinsip hukum Archimedes dalam pemecahan permasalahan kehidupan sehari-hari.• Menerapkan prinsip hukum Pascall dalam pemecahan permasalahan kehidupan



Kompetensi Guru Mapel	Indikator Pencapaian Kompetensi
	<p>sehari-hari.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memecahkan masalah terkait penerapan konsep fluida dinamis dalam kehidupan sehari-hari. • Menganalisis keterkaitan konsep fluida dinamis pada aplikasi teknologi masa kini. • Memecahkan masalah pada kehidupan sehari-hari dengan memanfaatkan sifat-sifat fluida <hr/> <ul style="list-style-type: none"> • Menyusun kesimpulan berdasarkan data /grafik hasil eksperimen tentang perpindahan kalor. • Memecahkan masalah terkait kalor dan perpindahannya. • Menghitung kapasitas panas suatu benda berdasarkan data/hasil eksperimen. • Menyimpulkan karakteristik termal suatu bahan berdasarkan nilai kapasitas dan konduktivitas kalornya. <hr/> <ul style="list-style-type: none"> • Menghitung nilai tekanan, volume dan suhu suatu gas yang berada pada ruang tertutup. • Memecahkan masalah terkait karakteristik gas pada ruang tertutup. • Menentukan nilai kecepatan rata-rata gas ideal monoatomik. • Memecahkan masalah terkait sifat-sifat gas ideal monoatomik.



D. Ruang Lingkup

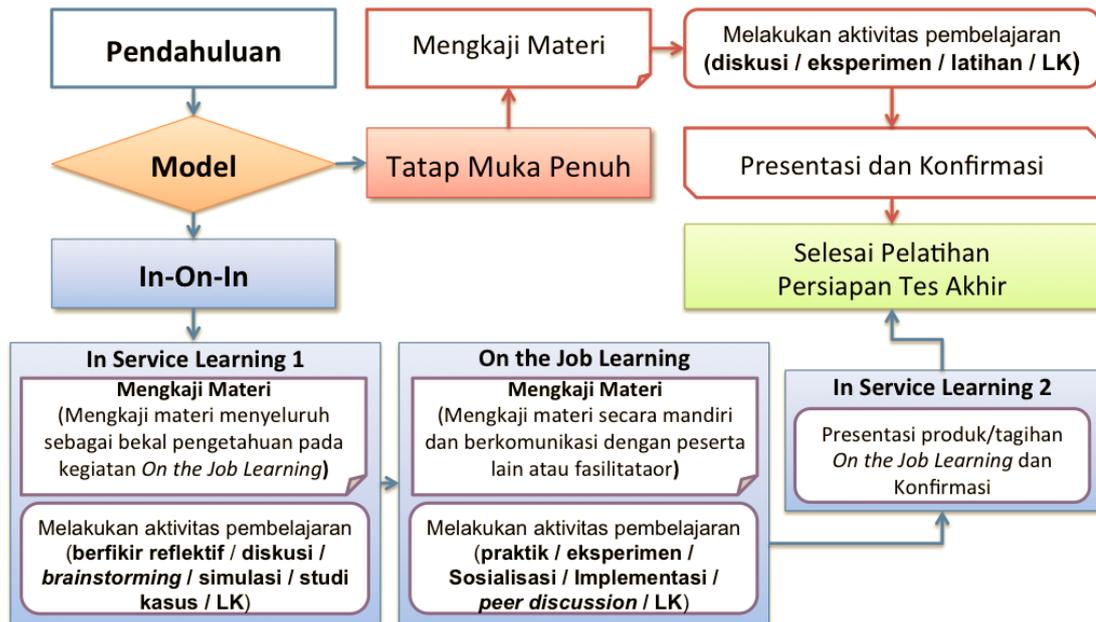
Ruang lingkup materi pada modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi, dan Penutup. Bagian Pendahuluan berisi paparan tentang Latar Belakang modul KK D, Tujuan, Peta Kompetensi yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, Ruang Lingkup, dan Cara Penggunaan Modul. Bagian kegiatan pembelajaran berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik, dan Tindak Lanjut. Bagian akhir terdiri atas Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi, dan Penutup.

Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut.

1. Fluida
2. Suhu dan Kalor
3. Teori Kinetik Gas

E. Cara Penggunaan Modul

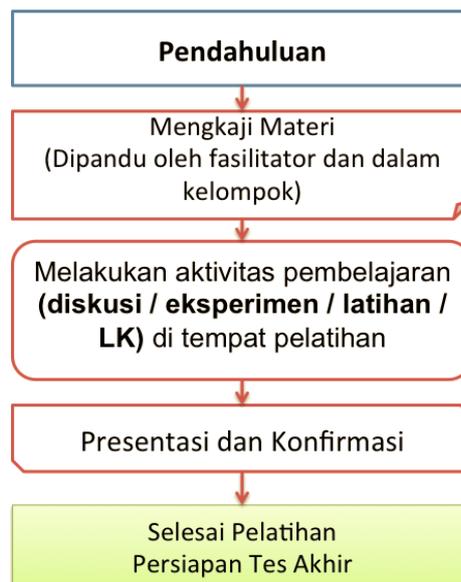
Secara umum, cara penggunaan modul pada setiap **Aktivitas Pembelajaran** disesuaikan dengan skenario setiap penyajian mata diklat. Modul ini dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran oleh guru, baik untuk moda tatap muka penuh, maupun moda tatap muka kombinasi (*in-on-in*). Berikut ini gambar yang menunjukkan langkah-langkah kegiatan belajar secara umum.



Gambar 1. Alur Strategi Pelaksanaan Pembelajaran Tatap Muka

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat terdapat dua alur kegiatan pelaksanaan kegiatan, yaitu diklat tatap muka penuh dan kombinasi (*In-On-In*). Deskripsi kedua jenis diklat tatap muka ini terdapat pada penjelasan berikut.

1. Deskripsi Kegiatan Diklat Tatap Muka Penuh



Gambar 2. Alur Pembelajaran Tatap Muka Penuh



Kegiatan tatap muka penuh ini dilaksanakan secara terstruktur pada suatu waktu yang di pandu oleh fasilitator. Tatap muka penuh dilaksanakan menggunakan alur pembelajaran yang dapat dilihat pada alur berikut ini.

a. Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada peserta diklat untuk mempelajari:

- 1) latar belakang yang memuat gambaran materi
- 2) tujuan kegiatan pembelajaran setiap materi
- 3) kompetensi atau indikator yang akan dicapai melalui modul.
- 4) ruang lingkup materi kegiatan pembelajaran
- 5) cara penggunaan modul

b. Mengkaji materi diklat

Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada guru untuk mempelajari materi yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Guru dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok.

c. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul, baik bagian **1. Diskusi Materi**, **2. Praktik**, **3. Penyusunan Soal UN/USBN** dan aktivitas mengisi soal **Latihan**. Pada kegiatan ini peserta secara aktif menggali informasi, mengumpulkan, dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan.

d. Presentasi dan Konfirmasi

Pada kegiatan ini peserta melakukan presentasi hasil kegiatan sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi yang dibahas secara bersama-sama.

e. Refleksi Kegiatan

Pada kegiatan ini peserta dan penyaji merefleksikan penguasaan materi setelah mengikuti seluruh kegiatan pembelajaran.



2. Deskripsi Kegiatan Diklat Tatap Muka Kombinasi

Kegiatan diklat tatap muka kombinasi (*in-on-in*) terdiri atas tiga kegiatan, yaitu tatap muka kesatu (*in-1*), penugasan (*on the job learning*), dan tatap muka kedua (*in-2*). Secara umum, kegiatan pembelajaran diklat tatap muka kombinasi tergambar pada alur berikut ini.



Gambar 3. Alur Pembelajaran Tatap Muka Kombinasi (*in-on-in*)

Pada Kegiatan *in-1* peserta mempelajari uraian materi dan mengerjakan Aktivitas Pembelajaran bagian 1. **Diskusi Materi** di tempat diklat. Pada saat *on the job learning* peserta melakukan Aktivitas Pembelajaran bagian 2. **Praktik**, bagian 3. **Menyusun Soal UN/USBN**, dan mengisi **Latihan** secara mandiri di tempat kerja masing-masing. Pada Kegiatan *in-2*, peserta melaporkan dan mendiskusikan hasil kegiatan yang dilakukan selama *on the job learning* yang difasilitasi oleh narasumber/instruktur nasional.



Modul ini dilengkapi dengan beberapa kegiatan pada Aktivitas Pembelajaran (BAB II, Bagian E) sebagai cara guru untuk mempelajari materi yang dipandu menggunakan Lembar Kegiatan (LK). Pada kegiatan diklat tatap muka kombinasi, beberapa LK dikerjakan pada *in-1* dan beberapa LK dikerjakan pada saat *on the job learning*. Hasil implementasi LK pada *on the job learning* menjadi tagihan pada kegiatan *in-2*. Berikut ini daftar pengelompokan Lembar Kegiatan (LK) pada setiap tahap kegiatan tatap muka kombinasi.

Tabel 2. Daftar Lembar Kerja Modul

No	Kode Lembar Kerja	Nama Lembar Kerja	Dilaksanakan Pada Tahap
1.	LK.D1.01	Fluida Statis	ON
2.	LK.D1.02	Fluida Dinamis	ON
3.			ON
4.	LK.D3.01	Problem Solving Teori Kinetik Gas	ON
5.		Pengembangan Soal	ON
n	

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

FLUIDA

Pengetahuan tentang fluida merupakan pengetahuan yang telah ditemukan berabad-abad yang lampau. Pengetahuan mengenai fluida telah mengalami perkembangan yang pesat akhir-akhir ini. Aplikasi dari fluida sudah menjamah ke semua sektor, baik sektor pengairan sampai sektor transportasi. Semua jenis alat transportasi pasti dalam perancangannya mengaplikasikan konsep fluida. Bagaimana menciptakan sebuah kendaraan yang aerodinamis tentunya harus merujuk pada konsep fluida. Fluida juga merupakan medium bagi alat transportasi udara dan laut. Kedua jenis transportasi tersebut menjadi pemersatu negara republik Indonesia.

Pengetahuan fluida pada hakekatnya sama dengan pengetahuan-pengetahuan fisika lainnya, memerlukan cara berfikir sistematis, logis, dan analitis. Pengetahuan tentang fluida selalu berkembang dan semakin kompleks. Penerapannya di dalam kehidupan sehari-hari membuat sains semakin dekat dengan masyarakat. Jika dipelajari secara mendalam materi ini sebenarnya sangat menarik dan dekat dengan kehidupan kita. Semakin banyak kita tahu akan suatu ilmu, semakin kita sadari bahwa sebenarnya diri kita tidak ada artinya di hadapan sang Pencipta yang maha mengetahui segalanya.

A. Tujuan

Setelah melalui diskusi dalam proses pembelajaran, peserta diklat mampu:

1. Menerapkan hukum-hukum pada fluida statik dalam kehidupan sehari-hari
2. Menerapkan prinsip fluida dinamik dalam teknologi
3. Memecahkan masalah yang memanfaatkan sifat-sifat fluida untuk mempermudah suatu pekerjaan.



B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

1. Menerapkan konsep tekanan hidrostatis dalam pemecahan permasalahan kehidupan sehari-hari.
2. Menerapkan prinsip hukum Archimedes dalam pemecahan permasalahan kehidupan sehari-hari.
3. Menerapkan prinsip hukum Pascall dalam pemecahan permasalahan kehidupan sehari-hari.
4. Memecahkan masalah terkait penerapan konsep fluida dinamis dalam kehidupan sehari-hari.
5. Menganalisis keterkaitan konsep fluida dinamis pada aplikasi teknologi masa kini.
6. Memecahkan masalah pada kehidupan sehari-hari dengan memanfaatkan sifat-sifat fluida

C. Uraian Materi

Pernahkah anda menggunakan kipas angin atau AC saat anda kepanasan? Apa yang anda rasakan saat itu? Pasti anda merasakan adanya angin yang berhembus atau udara yang mengalir melewati badan anda. Jika kita cermati badan kita, tempat kita berpijak dan segala yang kita konsumsi semuanya tidak akan pernah lepas dari air, tepatnya benda yang berwujud cair. Sesuatu yang kita minum, bahan bakar yang di kendaraan bahkan bumi yang luas ini 70% nya adalah cairan. Selanjutnya udara yang dihirup, sebagian bahan bakar untuk memasak adalah berbentuk gas. Artinya dalam keseharian kita tidak pernah lepas dari wujud dua zat tersebut.

Benda cair tidak mempertahankan bentuk yang tetap, melainkan mengambil bentuk tempat yang ditempatinya. Perubahan volume yang cukup signifikan akan dapat terjadi manakala diberikan gaya yang besar. Gas tidak memiliki volume dan bentuk yang konstan, gas akan menyebar untuk memenuhi tempatnya. Ketika udara dipompakan ke dalam sebuah perahu karet/sekoci, udara tidak hanya mengalir kebagian bawah perahu, melainkan menyebar untuk memenuhi seluruh volume perahu karet. Disebabkan zat cair dan gas mempunyai kemampuan untuk mengalir maka kedua zat tersebut tidak



dapat mempertahankan bentuk yang tetap. Kemampuan mengalir dua zat tersebut sering disebut sebagai Fluida. Berkaca dari sifat yang unik inilah bahan ajar ini dibuat untuk menggali sifat unik lainnya dari fluida dan kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari.

1. Fluida Statis

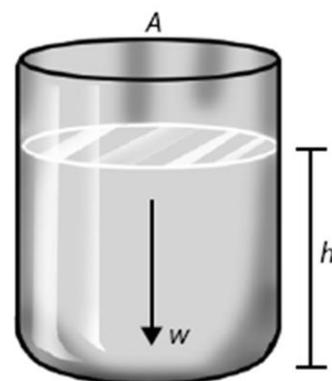
a. Hukum Pokok Hidrostatika

Pernahkah anda merasa tertekan, sesak dadanya saat menyelam dalam kolam renang? Atau pernah mendengar berita jebolnya tanggul Situ Gintung di Tangerang? Semua hal tersebut sangat erat kaitannya dengan fluida. Apakah fluida itu? Fluida adalah suatu zat yang mempunyai kemampuan berubah – ubah secara kontinyu apabila mengalami geseran, atau mempunyai reaksi terhadap tegangan geser sekecil apapun. Fluida dalam keadaan diam atau dalam keadaan keseimbangan tidak mampu menahan gaya geser yang bekerja padanya. Karena itu fluida mudah berubah bentuk tanpa pemisahan massa.

Fluida dalam keadaan gas mempunyai sifat tidak mempunyai permukaan bebas, dan massanya selalu berkembang mengisi seluruh volume ruangan, serta dapat dimampatkan. Fluida dalam keadaan cair mempunyai sifat mempunyai permukaan bebas, dan massanya akan mengisi ruangan sesuai dengan volumenya, serta tidak termampatkan. Fluida yang akan dibahas dalam bahan ajar ini adalah fluida dalam bentuk cair.

Perhatikan Gambar 1.1

Pada Gambar tersebut suatu fluida dalam keadaan diam (tidak mengalir) ditempatkan dalam suatu wadah, diketahui **A** adalah luas penampang wadah, **h** adalah ketinggian fluida dalam wadah dan **W** adalah berat fluida yang menekan dasar wadah.



Gambar 1.1. Fluida dalam tabung.
(Sumber: : Giancoli, Physics, 6th Edition)



Semakin berat fluida semakin besar pula dasar wadah tertekan. Hal ini disebabkan tekanan (P) berbanding lurus terhadap gaya berat (W) dan berbanding terbalik terhadap luas permukaan (A). Secara matematis dituliskan

$$P = \frac{W}{A} \dots\dots\dots (1.1)$$

- P = Tekanan [N/m² atau Pascal]
- $W = F$ = Berat/Gaya tekan [N]
- A = Luas bidang tekan [m²].

Tekanan yang terjadi pada suatu wadah atau pada fluida yang sedang diam dinamakan **tekanan hidrostatis**. Bagaimanakah hubungan antara tekanan hidrostatis dengan ketinggian fluida dalam tabung? Semakin tinggi permukaan zat cair/fluida semakin besar tekanan yang dihasilkan pada dasar tabung. Secara matematis hubungan antara besar tekanan yang dihasilkan dan ketinggian zat cair dapat dituliskan sebagai berikut.

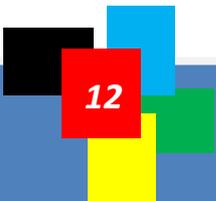
$$\Delta P = \frac{W}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{(\rho V)g}{A} = \frac{\rho ghA}{A} = \rho gh$$

Berdasarkan persamaan di atas dapat disimpulkan bahwa persamaan tekanan hidrostatis adalah

$$\Delta P = \rho gh \dots\dots\dots (1.2)$$

Keterangan:

- ΔP = tekanan hidrostatis pada ketinggian h relatif terhadap permukaan ($h=0$) (N/m²) atau Pa
- ρ = massa jenis fluida (kg/m³)
- h = kedalaman fluida dari permukaan (m)
- g = percepatan gravitasi (m/s²)





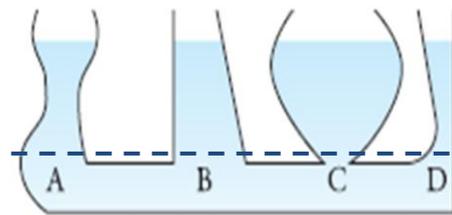
Bila tekanan pada permukaan sama dengan P_0 , maka tekanan pada kedalaman h sama dengan

$$\Delta P = P_0 + \rho gh$$

b. Hukum Pascal

Berdasarkan persamaan di atas kita dapat menjawab pertanyaan, mengapa air yang diam di waduk dapat menjebol tanggulnya?

Perhatikan **Gambar 1.2**. Kasus yang terjadi adalah pada zat cair yang satu jenis (ρ) sama, tekanan fluida tidak tergantung pada luas penampang dan bentuk bejana melainkan bergantung pada kedalaman zat cair/fluida. Tekanan hidrostatik pada titik A, B dan C adalah sama besar.

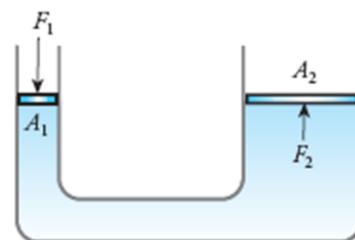


Gambar 1.2. Fluida pada wadah yang berbeda.

$$P_A = P_B = P_C = P_D$$

Bagaimanakah **tekanan** fluida pada 2 bejana berhubungan tertutup yang luas penampangnya berbeda? **Blaise Pascal** (1623-1662) seorang ilmuwan Perancis menyelidiki fenomena ini yang terkenal dengan **Prinsip Pascal**. Perhatikan Gambar 1.3

Pascal menyatakan *bahwa tekanan yang diberikan pada suatu fluida dalam suatu tempat akan menambah tekanan keseluruhan dengan besar yang sama*.



Gambar 1.3. Fluida pada 2 tabung tertutup



Persamaan yang berlaku adalah

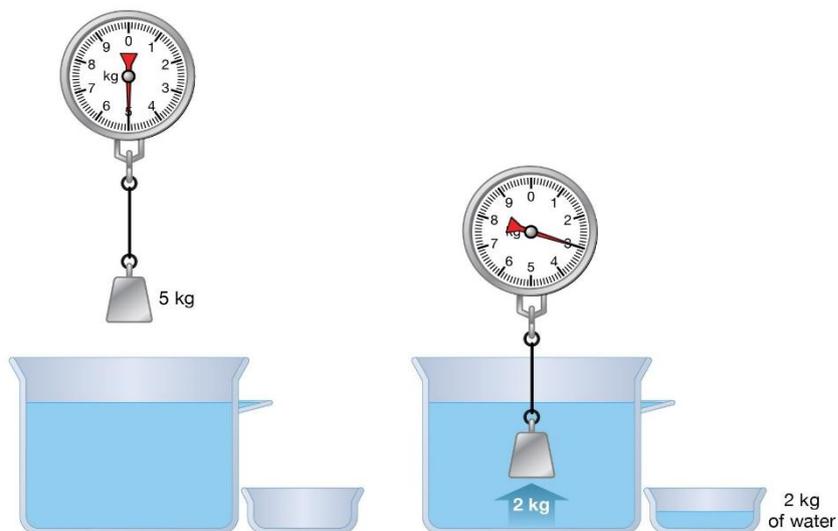
$$\begin{aligned} P_1 &= P_2 \\ \frac{F_1}{A_1} &= \frac{F_2}{A_2} \\ F_2 &= \frac{A_2}{A_1} F_1 \end{aligned} \dots\dots\dots (1.3)$$

Keterangan:

- F_1 = gaya pada piston 1 (N)
- F_2 = gaya pada piston 2 (N)
- A_1 = luas piston 1 (m²)
- A_2 = luas piston 2 (m²)

c. Hukum Archimedes

Suatu *benda* yang berada di udara akan mempunyai berat yang lebih besar bila dibandingkan ketika berada dalam suatu zat cair. Ketika benda tersebut berada dalam fluida, benda tersebut akan memperoleh gaya apung dari fluida. Gaya Apung adalah gaya tekan ke atas fluida terhadap sebuah benda yang terdapat dalam fluida tersebut. Gaya apung udara lebih kecil daripada gaya apung zat cair sehingga berat benda di udara lebih besar daripada beratnya di zat cair.



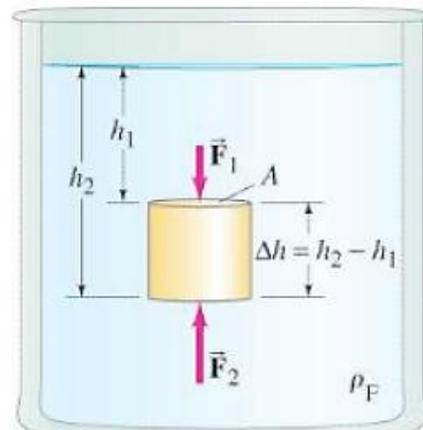
Gambar 1.4. Pengaruh gaya angkat fluida pada berat benda



Gaya apung dapat terjadi karena tekanan pada fluida bertambah terhadap kedalaman. Akibatnya tekanan ke atas pada permukaan bawah benda akan lebih besar daripada tekanan ke bawah pada permukaan atasnya. Eksperimen sederhana untuk membuktikan gaya apung adalah mencelupkan balon ke dalam air. Semakin dalam balon dicelupkan semakin besar tekanan air yang mendorong balon untuk kembali menuju ke permukaan air. Gaya apung tersebut ditemukan pertama kali oleh ilmuwan Yunani bernama Archimedes. Archimedes menjelaskan bahwa “*Besarnya gaya apung yang bekerja pada benda yang dimasukkan dalam fluida, sama dengan berat fluida yang dipindahkan*” Pernyataan tersebut di kenal dengan **Hukum Archimedes**.

Perhatikan Gambar 1.5. Berdasarkan gambar tersebut kita dapat merumuskan bahwa besarnya gaya apung pada benda yang sepenuhnya berada di dalam fluida adalah sebagaimana persamaan 1.4 di bawah ini.

$$\begin{aligned}
 F_a &= F_2 - F_1 \\
 F_a &= \rho_f g A (h_2 - h_1) \\
 F_a &= \rho_f g A b \\
 \boxed{F_a} &= \rho_f g V_b \quad \dots\dots\dots (1.4)
 \end{aligned}$$



Gambar 1.5. Gaya apung benda pada fluida. (Sumber: Giancoli, Physics, 6th Edition)

Keterangan:

F_a = Gaya apung (N)

ρ_f = Massa jenis fluida (Kg/m^3)

V_b = Volume benda yang tercelup dalam fluida (m^3)

Jelas bahwa gaya apung oleh fluida yang massa jenisnya besar bernilai besar dibandingkan dengan gaya apung oleh fluida yang massa jenisnya lebih kecil. Massa jenis udara sangat kecil sehingga gaya apung udara sangat lemah. Namun demikian dalam dunia teknis, misalnya kalibrasi massa anak timbangan, gaya apung udara sangat diperhitungkan. Gaya apung udara dalam hal ini dikenal sebagai efek Buoyancy.



1) Tenggelam, Melayang dan Terapung

Hukum Archimedes juga menjelaskan fenomena tenggelam, melayang dan terapungnya suatu benda yang tercelup dalam fluida. Setiap benda yang tercelup dalam fluida pasti mengalami gaya angkat/gaya apung dari fluida itu sendiri. Besarnya gaya apung dari fluida akan mempengaruhi posisi benda dalam fluida. Apakah tenggelam, melayang atau terapung.

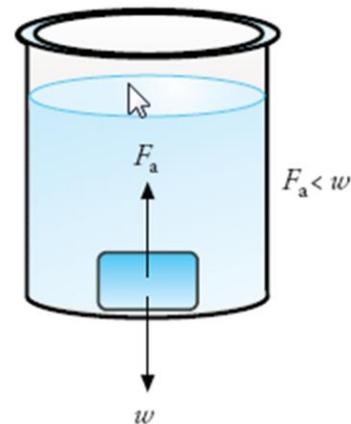
a) Tenggelam

Sebuah benda disebut **tenggelam** apabila seluruh bagian permukaan bawah benda berada pada dasar fluida. Keadaan ini terjadi karena berat benda lebih besar daripada gaya apung fluida. Ketika berada di dasar fluida, selain mendapatkan gaya ke atas, benda juga mendapatkan gaya normal dari dasar wadah. Gaya Normal dan gaya apung secara bersama-sama mengimbangi gaya berat, oleh karena itu

$$N = W - F_a \dots\dots\dots (1.5)$$

Karena berat benda adalah $W = \rho_b \cdot g \cdot V_b$ maka syarat benda tenggelam adalah:

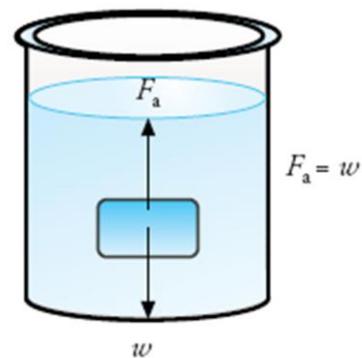
$$\rho_b > \rho_f$$



Gambar 1.6. Gaya apung pada benda yang tenggelam

b) Melayang

Sebuah benda dikatakan **melayang** bila posisi benda berada di antara dasar atau permukaan fluida. Perhatikan Gambar 1.7. Ini terjadi apabila gaya apung fluida sepenuhnya mengimbangi gaya berat benda.



Gambar 1.7. Gaya apung pada benda yang melayang



$$F_a = W_b$$

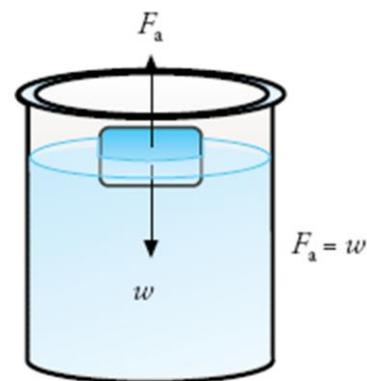
$$\rho_f \cdot g \cdot V_b = \rho_b \cdot g \cdot V_b \dots\dots\dots (1.6)$$

Sehingga syarat suatu benda dapat melayang adalah massa jenis benda sama dengan massa jenis fluida.

$$\rho_f = \rho_b$$

c) Terapung

Sebuah benda akan disebut **mengapung** jika seluruh atau sebagian benda berada pada permukaan fluida. Fenomena ini memberikan konsekuensi volume fluida yang dipindahkan umumnya tidak sama dengan volume benda. Volume fluida yang dipindahkan sama dengan volume benda yang tercelup.



Gambar 1.8. Gaya apung pada benda yang terapung

Perhatikan Gambar 1.8. Berdasarkan Gambar tersebut, kita dapat melihat bahwa volume benda yang tercelup (V_c) tidak sama dengan volume benda (V_b). Dimana $V_c < V_b$. Jadi gaya apung yang mengimbangi berat benda adalah

$$F_a = W$$

$$\rho_f \cdot g \cdot V_c = \rho_b \cdot g \cdot V_b \dots\dots\dots (1.7)$$

$$\rho_f \cdot V_c = \rho_b \cdot V_b$$

Karena $V_c < V_b$ maka $\rho_f \cdot g \cdot V_c = \rho_b \cdot g \cdot V_b$

Keterangan:

V_c = Volume benda yang tercelup dalam fluida (m^3)

V_b = Volume total benda (m^3)

Dari persamaan 1.7, agar benda terapung ada sebuah syarat yang mesti dipenuhi yaitu massa jenis benda (ρ_b) harus lebih kecil dari massa jenis fluida (ρ_f).

$$\rho_b < \rho_f$$



2. Fluida Dinamis

a. Persamaan Kontinuitas

Tekanan pada fluida dinamis sedikit berbeda dengan tekanan pada fluida statis. Ketika suatu fluida mengalir menurut konsep fluida ideal maka setiap partikel pada fluida tersebut memiliki kecepatan untuk setiap posisinya. Oleh karena itu, fluida dinamis dapat digambarkan sebagai medan kecepatan $V(r)$.

Jika lintasan partikel (titik) pada fluida digambarkan, akan diperoleh suatu lintasan yang dinamakan garis aliran. Dalam fluida dinamis ada dua garis aliran, yaitu *aliran laminer* dan *aliran turbulen*. Aliran laminer adalah aliran fluida yang kecepatan aliran pada setiap titik pada fluida tersebut tidak berubah terhadap waktu. Adapun aliran turbulen adalah aliran fluida yang kecepatan aliran setiap titik pada fluida tersebut dapat berubah. Aliran laminar merupakan ciri kedua fluida ideal. Sifat berikutnya dari fluida ideal adalah Nonviscous (tidak kental) dan incompressible (tak termampatkan). Dalam fluida ideal, setiap aliran fluida memiliki kecepatan aliran yang sama, juga tidak ada gaya gesek antara lapisan aliran fluida yang terdekat dengan dinding tabung atau tempat fluida mengalir. Dengan demikian, *fluida ideal* adalah fluida yang tidak terpengaruh oleh gaya tekan yang diterimanya. Artinya, volume dan massa jenisnya tidak berubah meskipun ada tekanan.

Pada fluida yang bergerak memiliki besaran yang dinamakan debit. Debit adalah laju aliran air. Besarnya debit menyatakan banyaknya volume air yang mengalir tiap detik.

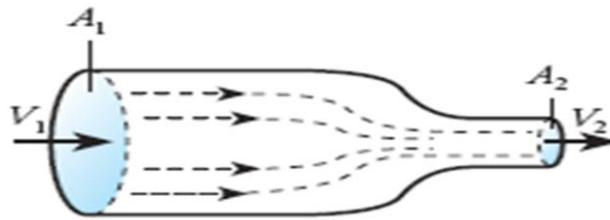
$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots (1.8)$$

Keterangan:

Q = Debit aliran (m^3/s)

V = Volume fluida (m^3)

t = waktu aliran (s)



Gambar 1.9. Aliran fluida pada pipa tabung dengan luas permukaan yang berbeda

Bila aliran fluida melewati pipa yang berbeda penampangnya maka fluida akan mengalami desakan perubahan luas penampang yang dilewatinya. Asumsikan bahwa fluida tidak kompresibel, maka dalam selang waktu yang sama jumlah fluida yang mengalir melalui penampang A_1 harus sama dengan jumlah fluida yang mengalir melalui penampang A_2 . Volume fluida pada penampang A_1 sama dengan volume fluida pada penampang A_2 , maka debit fluida di penampang A_1 sama dengan debit fluida di penampang A_2 .

$$Q_1 = Q_2$$

$$\frac{V_1}{t_1} = \frac{V_2}{t_2}$$

$$\frac{l_1 \cdot A_1}{t_1} = \frac{l_2 \cdot A_2}{t_2}$$

Jika l_1 adalah panjang pipa dengan penampang A_1 dan l_2 adalah panjang pipa dengan penampang A_2 , Karena $v_1 = \frac{l_1}{t_1}$ adalah kecepatan aliran fluida pada penampang A_1 dan $v_2 = \frac{l_2}{t_2}$ adalah kecepatan aliran fluida pada penampang A_2 , maka persamaan di atas dapat berubah menjadi

$$\boxed{A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2} \dots\dots\dots (1.9)$$

Persamaan 1.9 dikenal dengan **Persamaan Kontinuitas**.

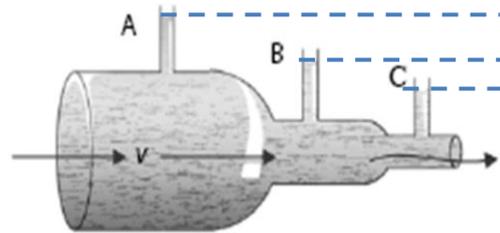
Persamaan kontinuitas dapat diamati pada saat kita menyiram tanaman dengan menggunakan selang. Saat jarak tanaman semakin jauh dari ujung selang maka yang kita lakukan adalah memencet



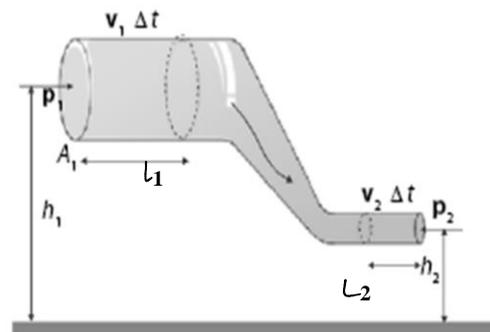
ujung selang supaya luas permukaan ujung selang menjadi semakin kecil, akibatnya kecepatan air yang memancar semakin besar. Ini disebabkan debit air yang masuk harus sama dengan debit air yang keluar.

b. Persamaan Bernoulli

Pada bejana berhubungan seperti Gambar 1.2 permukaan fluida yang diam pada setiap tempat akan sama tinggi. Perhatikan Gambar 1.10. Bila fluida dalam tabung tidak bergerak maka tinggi permukaan fluida pada pipa A, B dan C akan sama. Namun tinggi permukaan fluida pada masing-masing pipa akan berbeda manakala fluida tersebut mengalir. Kita ketahui bahwa kelajuan fluida paling besar terjadi pada pipa yang sempit, bagaimanakah dengan tekanannya?



Gambar 1.10. Tekanan dan kecepatan fluida yang mengalir pada tabung yang berbeda luas permukaannya.



Gambar 1.11. Usaha fluida yang mengalir pada tabung dengan beda ketinggian

Perhatikan Gambar 1.11. Secara matematis, persamaan yang menggambarkan aliran fluida pada gambar tersebut adalah persamaan (1.10).

Usaha = gaya . perpindahan
W = F.L
W = P.A.L

.....(1.10)



Usaha total yang digunakan untuk mengalirkan fluida dari posisi 1 ke posisi 2 sama dengan perubahan energi kinetik fluida. Secara matematis dituliskan

$$W_{\text{total}} = \Delta Ek$$

$$W_1 - W_2 + W_3 = Ek_2 - Ek_1$$

dimana $W_1 - W_2$ adalah usaha oleh tekanan fluida dan W_3 adalah kerja yang dilakukan oleh gravitasi.

$$P_1 \cdot A_1 \cdot l_1 - P_2 \cdot A_2 \cdot l_2 + mg(h_1 - h_2) = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

nilai W_2 negatif, disebabkan gaya yang dialami fluida oleh P_2 berlawanan arah terhadap laju fluida.

$$P_1 \cdot A_1 \cdot l_1 - P_2 \cdot A_2 \cdot l_2 + mgh_1 - mgh_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

$$P_1 \cdot A_1 \cdot l_1 - P_2 \cdot A_2 \cdot l_2 + \rho \cdot A_1 \cdot l_1 gh_1 - \rho \cdot A_2 \cdot l_2 gh_2 = \frac{1}{2} \rho \cdot A_2 \cdot l_2 v_2^2 - \frac{1}{2} \rho \cdot A_1 \cdot l_1 v_1^2$$

Dengan asumsi bahwa volume fluida yang dipindahkan adalah sama, maka $A_2 \cdot l_2 = A_1 \cdot l_1$. Persamaan di atas selanjutnya dibagi oleh $A_2 \cdot l_2$ sehingga persamaan di atas menjadi

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

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \dots\dots\dots (1.11)$$

Persamaan 1.11 dikenal dengan persamaan **Bernoulli**. Persamaan Bernoulli dapat dinyatakan juga dengan

$$P + \rho gh + \frac{1}{2} \rho v^2 = \text{konstan} \dots\dots\dots (1.12)$$

Berdasarkan persamaan Bernoulli dapat diketahui bahwa tekanan fluida pada fluida yang bergerak dipengaruhi oleh kecepatan aliran fluida tersebut. Semakin cepat kecepatan fluida semakin rendah pula tekanan fluida. Penerapan konsep Bernoulli terjadi pada; alat penyemprot nyamuk,



daya angkat pada sayap pesawat terbang, karburator, pipa venturi dan layar perahu.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang diharapkan saat mempelajari modul ini adalah peserta diklat dapat antusias mengeksplorasi pengalaman dirinya saat membelajarkan topik fluida pada peserta didik di sekolah, baik pada saat menemukan masalah dan bagaimana cara menyelesaikannya. Peserta diklat diharapkan dapat aktif berdiskusi, bekerjasama dan bertanggungjawab dalam menyelesaikan lembar kerja/ kasus/latihan/tugas di modul ini. Untuk lebih mendalami dan memahami materi ini ada baiknya bila anda mencoba beberapa LK yang disajikan di modul ini

Lembar Kerja: LK.D1.01

FLUIDA STATIS

A. TUJUAN PERCOBAAN

1. Membuktikan hubungan antara volume benda yang tercelup terhadap gaya apungnya
2. Membuktikan hubungan antara massa jenis fluida terhadap gaya apungnya

B. ALAT DAN BAHAN

- | | |
|---|------------|
| 1. Plastisin/malam | 6 potong |
| 2. Garam serbuk | 500 gram |
| 3. Gelas kimia 1 liter dan 100 mL | @ 1 buah |
| 4. Kelereng kecil ϕ 1 cm /gotri sepeda ϕ 5 mm | 20 buah |
| 5. Air | Secukupnya |

C. PROSEDUR PERCOBAAN:

1. Buatlah perahu mainan menggunakan max. 6 buah plastisin.
2. Letakkan perahu yang telah dibuat dipermukaan air pada gelas kimia.
3. Secara perlahan masukkan kelereng/gotri pada perahu mainan



Lembar Kerja: LK.D1.01

sampai batas maksimal perahu mainan hendak tenggelam.

4. Catat jumlah kelereng/gotri terbanyak yang dapat ditampung oleh perahu mainan tersebut dan volume perahu yang tercelup dalam fluida.
5. Bongkar plastisin dan buat perahu mainan dengan bentuk yang berbeda dari yang pertama (tanpa mengurangi massa plastisin), usahakan tebal perahu lebih besar dari bentuk yang pertama.
6. Catat jumlah kelereng/gotri terbanyak yang dapat ditampung oleh perahu mainan tersebut dan volume perahu yang tercelup dalam fluida.
7. Angkat plastisin, campurkan garam pada fluida dan aduk hingga semua garam larut pada air, buat hingga sepekat mungkin.

D. PROSEDUR PERCOBAAN:

1. Buatlah perahu mainan menggunakan max. 6 buah plastisin.
2. Letakkan perahu yang telah dibuat dipermukaan air pada gelas kimia.
3. Secara perlahan masukkan kelereng/gotri pada perahu mainan sampai batas maksimal perahu mainan hendak tenggelam.
4. Catat jumlah kelereng/gotri terbanyak yang dapat ditampung oleh perahu mainan tersebut dan volume perahu yang tercelup dalam fluida.
5. Bongkar plastisin dan buat perahu mainan dengan bentuk yang berbeda dari yang pertama (tanpa mengurangi massa plastisin), usahakan tebal perahu lebih besar dari bentuk yang pertama.
6. Catat jumlah kelereng/gotri terbanyak yang dapat ditampung oleh perahu mainan tersebut dan volume perahu yang tercelup dalam fluida.
7. Angkat plastisin, campurkan garam pada fluida dan aduk hingga semua garam larut pada air, buat hingga sepekat mungkin.



Lembar Kerja: LK.D1.01

E. DATA HASIL PENGAMATAN

	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
	Bentuk 1	Bentuk 2	Bentuk 2 + larutan garam
Jumlah Beban max			
Volume benda yang tercelup			

F. PERTANYAAN PASCA PRAKTIKUM

1. Bagaimanakah hubungan antara bentuk benda (kapal mainan) terhadap jumlah beban yang dapat ditampung?
2. Bagaimanakah hubungan antara volume benda terhadap gaya apungnya? Mengapa demikian?
3. Bagaimanakah hubungan antara penambahan serbuk garam terhadap massa jenis air?
4. Bagaimanakah pengaruh massa jenis fluida terhadap jumlah beban yang dapat ditampung? Mengapa demikian?
5. Kesimpulan apa yang anda dapatkan dari percobaan ini?

Lembar Kerja: LK.D1.02

FLUIDA DINAMIS

a. TUJUAN PERCOBAAN

Membuktikan hubungan antara kecepatan fluida pada sebuah pipa terhadap tekanannya

b. ALAT DAN BAHAN

- | | |
|--------------------------------------|--------|
| 1. Ember Plastik ukuran 25 liter | 1 buah |
| 2. Pipa pralon 1 inci | 40 cm |
| 3. Pipa pralon 2 inci | 20 cm |
| 4. Ploksok (sambungan pipa 1' ke 2') | 2 buah |
| 5. Stop kran 1 inci | 1 buah |



6. Koni drat luar 1 inci dan sealnya	1 buah
7. Papan triplek 50 x 50 cm	1 buah
8. Lem PVC	1 buah
9. Selang plastik ϕ 1 cm	1 m
10. Cutter	1 buah
11. Meteran plastik untuk penjahit	1 buah
12. Air	Secukupnya

c. PROSEDUR PERCOBAAN:

1. Rangkaikan peralatan yang telah dipersiapkan menjadi seperti gambar di bawah ini!



2. Setelah semua terakit dengan kuat, isi ember dengan air sampai penuh. Terlebih dahulu tutup stop kran di ujung pipa.
3. Perhatikan ketinggian air pada kedua selang plastik, pastikan keduanya sama tingginya. Bila perlu air pada ember dipenuhkan sampai tepi atas ember.
4. Catat ketinggian mula-mula air pada kedua selang plastik.
5. Selanjutnya buka secara cepat stop kran sampai terbuka maksimal dan air memancar deras. Segera amati yang terjadi pada kedua selang plastik dalam waktu bersamaan. Catat hasilnya pada lembar pengamatan!
6. Ulangi langkah percobaan nomor 2 s.d 5 sebanyak 3 kali.



d. DATA HASIL PENGAMATAN

	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
Ketinggian air di selang 1			
Ketinggian air di selang 2			

e. PERTANYAAN PASCA PRAKTIKUM

1. Berikan penjelasan yang tepat terkait pengamatan pada air di selang plastik!
2. Bila tekanan udara luar 1 atm, hitung tekanan air pada masing-masing pipa berdasarkan alat yang dibuat!
3. Berdasarkan data hasil pengamatan, kesimpulan apakah yang didapatkan?

E. Latihan/Kasus/Tugas

E.1 Latihan Soal

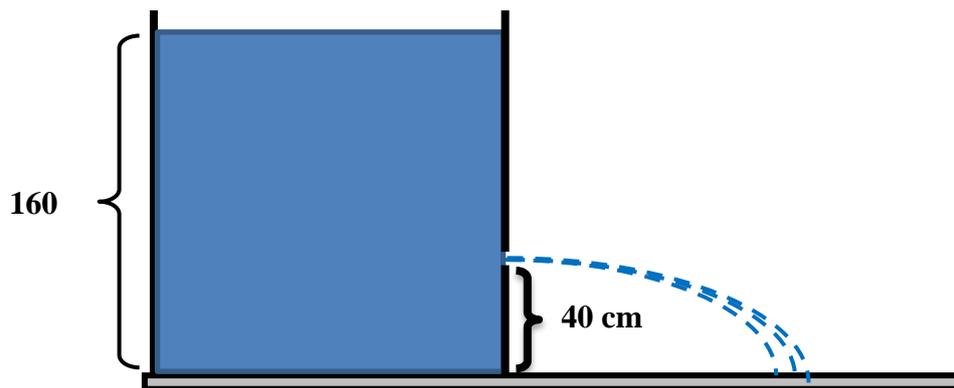
Setelah mempelajari materi Fluida, silahkan Anda mencoba mengerjakan latihan soal secara mandiri selanjutnya diskusikan dalam kelompok. Kumpulkan hasil kerja anda tepat waktu sesuai jadwal yang telah disepakati!

❖ **Jawablah Pertanyaan-pertanyaan di bawah ini!**

1. Pada saat penyelesaian sarana MCK di sebuah rumah ditemukan sebuah kendala, pompa air yang terpasang tidak mampu untuk menaikkan air ke tandon yang berada di atap rumah. Berikan solusi apa yang anda tawarkan untuk menyelesaikan permasalahan tersebut ! (kata kunci: hemat dan efisien)
2. Pada sebuah perayaan di sebuah kota, seorang penjual properti hendak mempromosikan proyek properti yang telah diselesaikannya lewat balon udara miliknya. Berapa volume gas helium yang dibutuhkan untuk dapat mengangkat balon dengan beban total 1000 Kg! Diketahui massa jenis udara $1,29 \text{ Kg/m}^3$, $\text{He} = 0,18 \text{ Kg/m}^3$.



3. Sebuah pompa hidrolik mempunyai luas penampang tabung 1 (A_1) sebesar $1/8 \text{ m}^2$ dan $A_2 = 3/4 \text{ m}^2$. Hembusan angin yang setara dengan beban 2 kuintal dipompakan di tabung 1, tentukan gaya angkat di tabung 2!
4. Sebuah tangki air yang sangat besar, bocor dibagian sampingnya seperti pada gambar di bawah ini.



Tentukan :

- a. kelajuan semburan air yang keluar dari lubang ($g = 10 \text{ m/s}^2$) !
 - b. Jarak mendatar yang dicapai oleh air!
5. Berikan analisis dan solusi mengenai kasus-kasus di bawah ini!
- a. Aspal jalan yang sering mengelupas saat musim hujan.



- b. Bagaimana menjamin pasokan air bersih selalu terisi di sebuah rumah susun dari sumber PDAM yang sering mati sewaktu-waktu tanpa menggunakan bantuan pompa air!



6. Berilah penjelasan terkait tayangan video dari link berikut ini!

<https://www.youtube.com/watch?v=89-V410VhFw>

<https://www.youtube.com/watch?v=epesl-fWvrY>

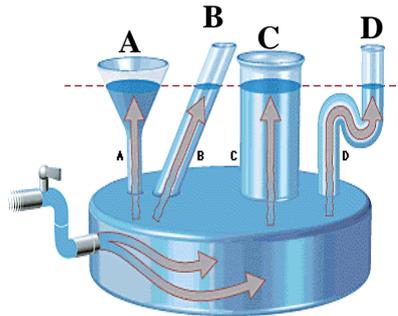
7. Bagaimana pendapat anda mengenai fluida yang terlihat pada foto di bawah ini!



8. Tiga buah benda yang beratnya identik diletakkan diatas pasir apung. Jika luas permukaan kontak benda $A = 1 \text{ m}^2$; $B = 0,5 \text{ m}^2$ dan $C = 0,25 \text{ m}^2$, manakah dari ketiga benda tersebut yang paling lama mengapung dan paling cepat tenggelam!



9. Jelaskan beberapa cara untuk menghindari kerusakan lantai akibat benda yang diletakkan di atasnya, beserta alasannya!
10. Perhatikan gambar di bawah ini! Jika ujung tabung A, B, C dan D diberi sekat tertutup yang dapat bergerak, Berikan analisa anda terkait dengan gambar tersebut.



- Tekanan fluida pada dasar wadah, titik A, B, C dan D, dan gaya dorong fluida pada permukaan tiap tabung!
 - Bila di atas tiap sekat pada tiap tabung diletakkan beban dengan massa yang identik, apa yang terjadi bila kran dibuka! (anggap diameter tabung A = diameter tabung C, dan Diameter tabung B = diameter tabung D)
11. Perhatikan Pernyataan di bawah ini! Pernyataan yang benar mengenai gaya Archimedes adalah....
- Gaya apung yang bekerja pada suatu benda yang dicelupkan ke dalam fluida nilainya sama dengan massa benda yang tercelup.
 - Gaya apung yang bekerja pada suatu benda yang dicelupkan ke dalam fluida nilainya sama dengan berat fluida yang tumpah dari wadah.
 - Gaya apung yang bekerja pada suatu benda yang dicelupkan ke dalam fluida nilainya sama dengan berat benda ketika ditimbang di udara.
 - Gaya apung yang bekerja pada suatu benda yang dicelupkan ke dalam fluida nilainya sama dengan berat benda yang tenggelam dalam fluida.
12. Syarat suatu benda dapat mengapung dalam fluida adalah. . . .
- $W_b = F_a$ dan $\rho_b > \rho_f$
 - $W_b = F_a$ dan $\rho_b < \rho_f$
 - $W_b = F_a$ dan $\rho_b = \rho_f$
 - $W_b > F_a$ dan $\rho_b > \rho_f$

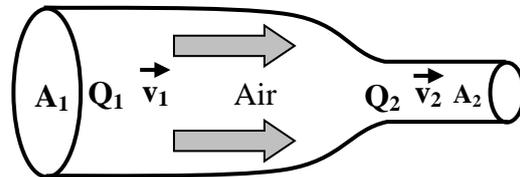


13. Tekanan hidrostatis yang dirasakan penyelam saat berada di kedalaman 3 m pada fluida yang bermassa jenis 1 gram/cm^3 ($g = 10 \text{ m/s}^2$) adalah. . . .
- A. $3 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$
 - B. $3 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$
 - C. $3 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$
 - D. $3 \cdot 10^2 \text{ N/m}^2$
14. Massa jenis kubus yang bermassa 125 gram dengan panjang rusuk 5 cm adalah. . . .
- A. $0,1 \text{ gram/cm}^3$
 - B. 1 gram/cm^3
 - C. 5 gram/cm^3
 - D. 25 gram/cm^3
15. Dua fluida yang tak dapat bercampur ditempatkan dalam tabung U, jika ketinggian fluida A (h_A) dari garis batas pertemuan 2 fluida sebesar 10 cm dan $h_B = 12 \text{ cm}$. Jika massa jenis fluida B = 1000 kg/m^3 maka massa jenis fluida A adalah. . . .
- A. 120 kg/m^3
 - B. $833,3 \text{ kg/m}^3$
 - C. 1200 kg/m^3
 - D. 12.000 Kg/m^3
16. Gaya angkat di tabung 2 pada pompa hidrolik yang mempunyai luas penampang tabung 1 (A_1) sebesar $1/8 \text{ m}^2$; $A_2 = 3/4 \text{ m}^2$ dan gaya tekan di tabung 1 = 2000 N , adalah. . . .
- A. $333,3 \text{ N}$
 - B. 600 N
 - C. 1200 N
 - D. 12000 N



17. Pernyataan yang benar untuk menjelaskan gambar di bawah ini adalah....

- A. $v_1 = v_2, A_1 < A_2$
- B. $v_1 = v_2, A_1 > A_2$
- C. $v_1 < v_2, A_1 > A_2$
- D. $v_1 > v_2, A_1 > A_2$



18. Dibawah ini merupakan ciri-ciri fluida ideal, *kecuali*. . . .

- A. tak termampatkan
- B. alirannya tunak
- C. kecepatan aliran berubah-ubah
- D. alirannya non viscous

19. Air mengalir memasuki sebuah pipa yang luasnya 8 cm^2 dan keluar melalui sebuah keran yang luasnya 2 cm^2 . Jika kecepatan aliran air saat memasuki pipa adalah 10 cm/s maka debit air saat keluar dari keran adalah

- A. $4 \text{ cm}^3/\text{s}$
- B. $16 \text{ cm}^3/\text{s}$
- C. $40 \text{ cm}^3/\text{s}$
- D. $80 \text{ m}^3/\text{s}$

20. Aliran air yang mempunyai debit (Q) sebesar $1256 \text{ cm}^3/\text{s}$ mengalir menuju pipa PVC yang berdiameter 4 cm ($\pi = 3,14$). Maka panjang pipa PVC yang diperlukan untuk mengalirkan air setiap detiknya adalah....

- A. $12,56 \text{ cm}$
- B. 100 cm
- C. $125,6 \text{ cm}$
- D. 1000 cm

E2. TUGAS MENGEMBANGKAN SOAL

Pada tugas pengembangan soal ini Anda diminta untuk membuat soal USBN berdasarkan kisi-kisi yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Soal yang dikembangkan disesuaikan dengan kurikulum yang digunakan oleh sekolah Anda (Kurikulum 2006 atau Kurikulum 2013)



dengan materi sesuai dengan materi yang dibahas pada Kegiatan Pembelajaran 1 ini.

Prosedur Kerja

1. Bacalah secara cermat modul Pembinaan Karir guru untuk Kelompok Kompetensi D bagian Profesional.
2. Pelajari kisi-kisi yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan seperti pada Lampiran 1 dan 2.
3. Buatlah kisi-kisi soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari sesuai format berikut pada Lampiran 3. (Sesuaikan dengan kurikulum yang berlaku di sekolah anda).
4. Berdasarkan kisi-kisi diatas, buatlah soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari pada modul ini.
5. Kembangkan soal-soal yang sesuai dengan konsep HOTS.
6. Kembangkan soal Pilihan Ganda (PG) sebanyak 3 Soal
7. Kembangkan soal uraian (Essay) sebanyak 3 Soal.
8. Masing-masing soal dibuat dalam kartu soal seperti pada Lampiran 4 dan 5
9. Sebagai acuan pengembangan soal yang baik Anda bisa menelaah soal tersebut secara mandiri atau dengan teman sejawat dengan menggunakan instrumen telaah soal seperti terlampir pada Lampiran 6 dan 7.



F. Rangkuman

1. Tekanan merupakan besar gaya yang bekerja pada suatu permukaan dibagi dengan luas permukaan yang dikenai oleh gaya tersebut. Tekanan yang terjadi pada suatu wadah atau pada fluida yang sedang diam dinamakan **tekanan hidrostatis**. Tekanan hidrostatis berbanding lurus terhadap kedalaman air, gaya gravitasi dan massa jenis fluida itu sendiri.
2. **Persamaan Kontinuitas** menyatakan bahwa debit fluida yang keluar dari pipa yang berbeda luas penampang akan selalu sama nilainya. Debit suatu fluida berbanding lurus nilainya terhadap luas penampang dan kecepatan fluida.
3. Hukum Archimedes menjelaskan bahwa "*Besarnya gaya apung yang bekerja pada benda yang di masukkan dalam fluida, sama dengan berat fluida yang dipindahkan*"
 - a. Suatu benda akan tenggelam jika massa jenis benda lebih besar dari massa jenis fluida
 - b. Suatu benda akan melayang jika massa jenis benda sama dengan massa jenis fluida
 - c. Suatu benda akan terapung jika massa jenis benda lebih kecil dari massa jenis fluida
 - d. Hukum Archimedes dapat diterapkan untuk mengetahui massa jenis zat padat, baik yang fisiknya simetris ataupun tidak beraturan.
4. Hukum Bernoulli menyatakan bahwa pada fluida yang bergerak tekanan fluida dipengaruhi oleh kecepatan aliran fluida, dimana kecepatan fluida tinggi, tekanan fluida rendah. Penerapan hukum Bernoulli terjadi pada alat penyemprot obat nyamuk, daya angkat pada sayap pesawat terbang, karburator, pipa venturi dan kapal layar.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah anda mempelajari materi fluida diharapkan anda dapat mengidentifikasi ketercapaian indikator yang diharapkan dicapai oleh peserta diklat. Jika ada yang belum tercapai tuliskan secara jujur kendala dan tindak lanjut yang akan anda lakukan untuk bisa mencapai kompetensi tersebut.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

SUHU DAN KALOR

Materi suhu dan kalor merupakan materi yang selalu diberikan pada siswa disetiap jenjang, tentunya dengan porsi yang berbeda. Tuntutan kompetensi dasar menjadi acuan dalam pemberian materi tersebut terutama kedalaman materinya. Materi suhu dan kalor pada modul ini diperuntukkan bagi guru fisika SMA pada program pembinaan karir guru Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Dalam kehidupan sehari-hari kita selalu bersinggungan dengan apa yang namanya suhu dan kalor. Semenjak bangun tidur sampai menjelang tidur kembali. Saat pagi hari ketika dimulainya aktivitas kita terbiasa meminum air hangat untuk menghangatkan badan kita dari dinginnya udara pagi. Ketika mandi tak jarang kita menggunakan air hangat demi menghindari menggigilnya badan kita karena kedinginan. Selanjutnya kita berangkat bekerja menggunakan mobil, di dalam mobil kita menyalakan AC untuk mendinginkan udara dalam kabin supaya kita tidak kepanasan. Bahkan kita bisa panik manakala suhu badan kita meninggi melebihi batas normalnya. Namun ada kalanya juga kita sangat membutuhkan kalor manakala kita sedang berkemah di wilayah pergunungan atau hutan yang cuacanya ekstrim dinginnya. Maka dari itulah betapa penting pengetahuan tentang suhu dan kalor sehingga disetiap jenjang pendidikan materi ini selalu disampaikan.

Ketika mempelajari materi suhu dan kalor diharapkan anda bisa mengambil hikmah dari diciptakannya suhu dan kalor oleh Tuhan Yang Maha Kuasa sehingga pembelajaran ini bisa menjadi sarat dengan makna.

A. Tujuan

Setelah melalui diskusi dalam proses pembelajaran, peserta diklat mampu:

1. Menganalisis pengaruh kalor dan perpindahan kalor pada kehidupan sehari-hari



2. Menyelidiki karakteristik termal suatu bahan, terutama kapasitas dan konduktivitas kalor

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

1. Menyusun kesimpulan berdasarkan data /grafik hasil eksperimen tentang perpindahan kalor.
2. Memecahkan masalah terkait kalor dan perpindahannya.
3. Menghitung kapasitas panas suatu benda berdasarkan data/hasil eksperimen.
4. Menyimpulkan karakteristik termal suatu bahan berdasarkan nilai kapasitas dan konduktivitas kalornya.

C. Uraian Materi

1. Suhu

Apa yang anda pikirkan dari dua gambar pada Gambar 2.1? Seandainya anda berada dekat di tempat tersebut apa yang anda rasakan? Kehangatan tentunya akan anda rasakan manakala dekat dengan api unggun, namun hawa dingin akan anda alami saat anda diterpa badai salju. Ukuran mengenai panas atau dinginnya suatu benda dalam kehidupan sehari-hari kita menamakannya dengan “suhu/temperatur”.



Gambar 2.1. Kalor pada api unggun dan musim salju (Sumber: samanthamartin.files.wordpress)



Suhu suatu benda dapat kita rasakan dengan anggota tubuh kita, terutama telapak tangan kita. Syaraf yang berada di telapak tangan kita merasakan suhu benda dan diteruskan ke otak kita sehingga kita bisa menyatakan panas atau dingin benda tersebut. Namun demikian telapak tangan kita tidak dapat dijadikan alat ukur dari suhu suatu benda.

a. Alat Pengukur Suhu

Alat yang dirancang untuk mengukur temperatur/suhu disebut *termometer*.

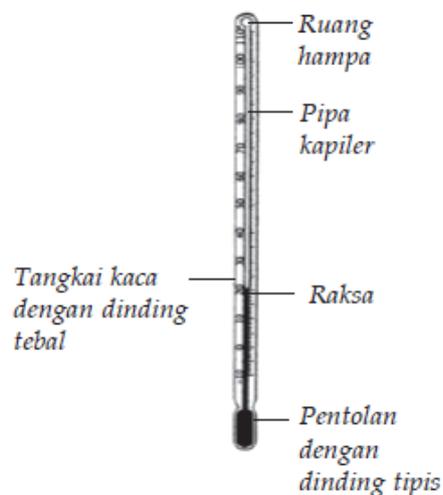
Termometer bekerja dengan memanfaatkan perubahan sifat-sifat materi akibat perubahan suhu. Sebagian besar termometer umum bergantung pada pemuaian materi terhadap naiknya suhu. Termometer pertama kali dibuat oleh Galileo dengan memanfaatkan pemuaian gas.

Perkembangan berikutnya termometer dibuat oleh Accademia del Cimento dengan memanfaatkan alkohol sebagai pengisinya.

Termometer bekerja menggunakan bahan yang bersifat **termometrik**. Artinya, sifat-sifat benda tersebut dapat berubah jika ada perubahan suhu. Berdasarkan sifat ini, terdapat beberapa jenis termometer, yaitu:

- 1) Termometer zat cair yang bekerja berdasarkan pemuaian zat cair yang dipanaskan.

Zat cair yang sering digunakan adalah alkohol dan raksa. Raksa dan alkohol punya kelebihan dan kekurangan masing-masing. Titik beku raksa pada -39°C dan mendidih pada 360°C , sehingga raksa cocok untuk mengukur suhu tinggi. Untuk suhu-suhu yang lebih rendah dapat dipakai alkohol (Titik beku -114°C) dan pentana (Titik beku -200°C) sebagai zat cairnya.



Gambar 2.2. Bagian-bagian pada termometer.

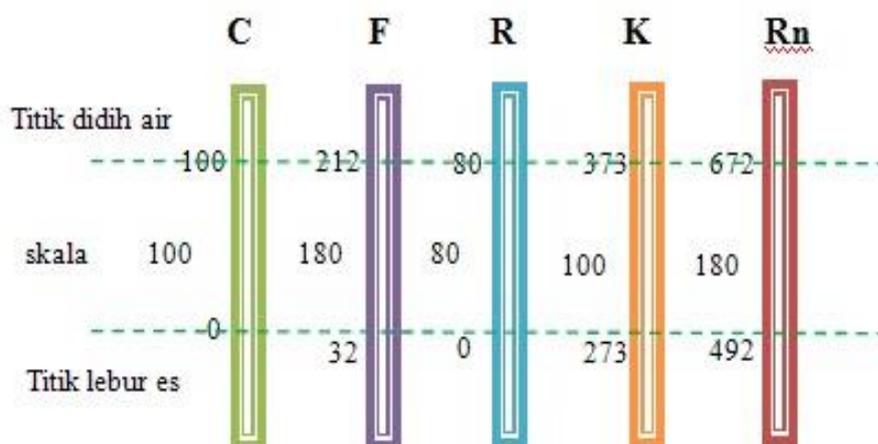


- 2) Termometer bimetal yang bekerja berdasarkan pemuaian 2 logam yang dipanaskan.
- 3) Termometer hambatan yang bekerja berdasarkan bertambahnya hambatan listrik ketika kawat logamnya dipanaskan, sehingga akan terjadi pulsa-pulsa listrik yang menunjukkan suhu yang diukur.
- 4) Termokopel yang prinsipnya terjadi pemuaian dua logam karena ujungnya disentuhkan. Akibatnya timbullah gaya gerak listrik (GGL) dan inilah yang akan menunjukkan suhu suatu benda
- 5) Pyrometer, merupakan alat ukur untuk suhu yang tinggi (5000°C - 3.0000°C). Alat ini bekerja berdasarkan intensitas radiasi yang dipancarkan oleh benda panas.

b. Penentuan Skala Suhu

Saat melakukan pengukuran suhu dengan suatu termometer, kita memerlukan acuan. Acuan ini ada didasarkan pada skala termometer. Skala ini mempunyai dua acuan, yakni titik didih dan titik beku air. Titik didih air dijadikan titik acuan atas sedangkan titik beku air dijadikan titik acuan bawah. Kemudian, diantara keduanya dibagi dalam beberapa skala kecil.

Perhatikan Gambar 2.3 di bawah ini. Terdapat empat skala yang digunakan dalam pengukuran suhu, yaitu skala Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin. Dimana Rn adalah termometer lain yang akan dicari perbandingan skalanya.



Gambar 2.3. Diagram Kalibrasi skala termometer



$$\begin{aligned} \text{Perbandingan skala} &= C : F : R : K : R_n \\ &= 100 : 180 : 80 : 100 : 180 \\ &= 5 : 9 : 4 : 5 : 9 \end{aligned}$$

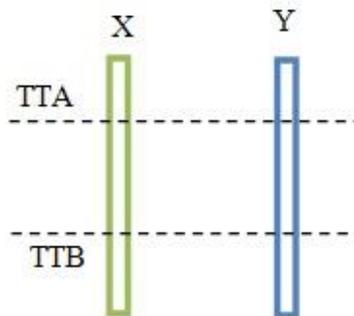
Sehingga untuk perubahan skala dari Celcius menjadi Reamur atau menjadi skala thermometer lainnya sebagai berikut.

$$\frac{C}{100} = \frac{F - 32}{180} = \frac{R}{80} = \frac{K - 273}{100} = \frac{R_n - 492}{180} \quad \dots\dots\dots (2.1)$$

atau

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} = \frac{R}{4} = \frac{K - 273}{5} = \frac{R_n - 492}{9} \quad \dots\dots (2.2)$$

Berdasarkan perbandingan ini, kita dapat melakukan penyetaraan diantara keempat skala tersebut. Langkah penyetaraan ini dapat kita pelajari pada **Gambar 2.4** di bawah ini.



Gambar 2.4 Perbandingan skala 2 termometer

Satuan skala Kelvin juga disepakati sebagai standar satuan suhu. Suhu yang dinyatakan dengan skala Kelvin disebut **suhu mutlak** yang dilambangkan dengan T. Perubahan dua termometer mengikuti aturan perbandingan sebagai berikut:

$$\frac{X - TTB_x}{TTA_x - TTB_x} = \frac{Y - TTB_y}{TTA_y - TTB_y} \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

2. Kalor

Sifat termal zat ialah bahwa setiap zat yang menerima ataupun melepaskan kalor, maka zat tersebut akan mengalami :

- a. Perubahan suhu / temperatur / derajat panas.



- b. Perubahan panjang ataupun perubahan volume zat tersebut.
- c. Perubahan wujud.

Bagaimana dengan kalor itu sendiri? Ilmuwan yang pertama kali menyelediki kalor sebagai energi adalah Robert Mayer kemudian diteruskan oleh James Prescott Joule. Untuk mengabadikan jasanya, satuan kalor adalah Joule. Satuan lainnya adalah kalori atau kal. 1 Kalori menyatakan banyaknya kalor yang diperlukan untuk memanaskan 1 Kg air bersuhu 15°C sehingga suhunya naik sebesar 1 derajat Celcius. Kalor merupakan sebuah energi yang berpindah dari suatu benda ke benda yang lainnya karena adanya perbedaan suhu/temperatur. Setiap ada perbedaan suhu antara dua sistem, maka akan terjadi perpindahan kalor. Kalor mengalir dari sistem bersuhu tinggi ke sistem yang bersuhu lebih rendah. Apa sajakah pengaruh kalor terhadap suatu sistem atau benda?

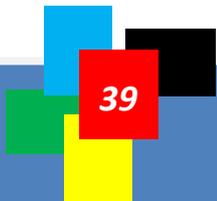
a. Kalor Dapat Mengubah Suhu Benda

Satu gelas air panas jika dicampur dengan satu gelas air dingin, setelah beberapa saat akan menjadi air hangat. Air panas akan melepaskan sebagian kalornya sehingga suhunya turun dan air dingin akan menerima kalor sehingga suhunya naik. Perpindahan kalor dari air panas ke air dingin menyebabkan suhu air menjadi berubah. Berdasarkan fakta eksperimen semakin besar kalor yang diberikan semakin besar pula kenaikan suhunya. Semakin besar massa benda semakin banyak kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhunya. Berdasarkan fakta tersebut dapat dituliskan dalam persamaan:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

- Q = Kalor yang diperlukan untuk mengubah temperatur suatu benda [kalori atau Joule]
- m = Massa benda [Kg]
- c = Kalor jenis benda [Joule.Kg⁻¹.°C⁻¹]
- ΔT = Perubahan temperatur [°C⁻¹]





Dimana c adalah karakteristik dari zat tersebut yang dikenal sebagai kalor jenis. Sampai batas tertentu nilai c bergantung pada temperatur, tetapi untuk temperatur yang tidak terlalu besar, c seringkali dianggap konstan. Semakin besar nilai kalor jenis suatu zat, semakin banyak kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan/menurunkan suhu (dalam $^{\circ}\text{C}$) zat tersebut per 1 Kg nya. Selain kalor jenis, karakteristik suatu zat juga ditunjukkan oleh Kapasitas Kalor zat tersebut. Kapasitas Kalor (C) merupakan banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu benda sebesar 1°C atau 1°K .

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \text{ atau } C = m \cdot c \dots \dots \dots (2.5)$$

Keterangan:

- C = Kapasitas kalor yang diperlukan untuk mengubah temperatur suatu benda [$\text{kalori} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$ atau $\text{Joule} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$]
- m = Massa benda [Kg]
- c = Kalor jenis benda [$\text{Joule} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$]
- ΔT = Perubahan temperatur [$^{\circ}\text{C}^{-1}$]

Tabel 2.1. Kalor Jenis (c) Beberapa Zat (pada tekanan 1 atm dan suhu 20°C , kecuali dinyatakan spesifikasinya)

Zat	Kalor Jenis (c)		Zat	Kalor Jenis (c)	
	kcal/Kg. $^{\circ}\text{C}$	J/Kg. $^{\circ}\text{C}$		kcal/Kg. $^{\circ}\text{C}$	J/Kg. $^{\circ}\text{C}$
Aluminium	0,22	900	Alkohol	0,58	2400
Tembaga	0,093	390	Raksa	0,033	140
Kaca	0,20	840	Air Es (-5°C)	0,5	2100
Besi/Baja	0,11	450	Air (15°C)	1,00	4186
Timah hitam	0,031	130	Uap air (110°C)	0,48	2010
Marmer	0,21	860	Tubuh manusia (rata-rata)	0,83	3470
Perak	0,056	230			
Kayu	0,4	1700	Protein	0,4	1700



Tabel 2.2. Kalor Jenis Gas (kkal/Kg.°C) pada tekanan (P) & volume (V) konstan

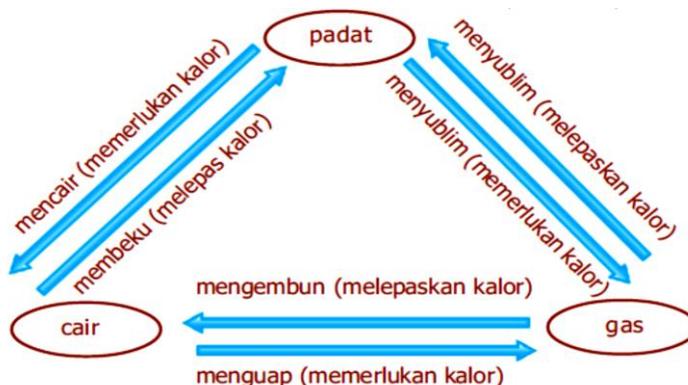
Gas	P konstan	V konstan	Gas	P konstan	V konstan
Uap (100°C)	0,482	0,350	CO ₂	0,199	0,153
Oksigen	0,218	0,155	Nitrogen	0,248	0,177
Helium	1,15	0,75			

b. Kalor Dapat Mengubah Wujud Zat

Kalor yang diberikan pada zat dapat mengubah wujud zat tersebut. Perubahan wujud yang terjadi ditunjukkan oleh Gambar di bawah ini. Ada 3 wujud benda di bawah ini dimana setiap perubahannya dibutuhkan kalor, baik untuk diserap ataupun dilepas. Kalor yang diperlukan atau dilepaskan persatuan massa pada saat terjadinya perubahan fase atau wujud disebut kalor laten.

$$L = \frac{Q}{m} \dots \dots \dots (2.6)$$

dimana: L = kalor laten [J/Kg]
Q = Kalor yang diserap atau dilepas [J]
m = massa benda [Kg]



Gambar 2.5 Diagram perubahan wujud zat di pengaruhi kalor



Tabel 2.3 Kalor Laten beberapa zat pada tekanan 1 atm

Zat	Titik lebur (°C)	Kalor Lebur		Titik didih °C	Kalor Penguapan	
		kcal/Kg	J/Kg		kcal/Kg	J/Kg
Oksigen	-218,8	3,3	0,14.10 ⁵	-183	51	2,1.10 ⁵
Nitrogen	-210,0	6,1	0,26.10 ⁵	-195,8	48	2,00.10 ⁵
Ethyl alkohol	-114	25	1,04.10 ⁵	78	204	8,5.10 ⁵
Amonia	-77,8	8,0	0,33.10 ⁵	-33,4	33	1,37.10 ⁵
Air	0	79,7	3,33.10 ⁵	100	539	22,6.10 ⁵
Timah hitam	327	5,9	0,25.10 ⁵	1750	208	8,7.10 ⁵
Perak	961	21	0,88.10 ⁵	2193	558	23.10 ⁵
Besi	1808	69,1	2,89.10 ⁵	3023	1520	63,4.10 ⁵
Tungsten	3410	44	1,84.10 ⁵	5900	1150	48.10 ⁵

3. Asas Black dan Perubahan Wujud Zat

Asas Black merupakan bentuk lain dari Hukum Kekekalan Energi. Asas Black dapat terjadi secara ideal dengan catatan kedua benda yang berinteraksi, terisolasi dengan baik, sehingga “**Jumlah kalor yang dilepas sama dengan jumlah kalor yang diterima**”.

$$Q_{\text{lepas}} = Q_{\text{terima}}$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta T_1 = m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta T_2$$

dimana $\Delta T_1 = T - T_{\text{akhir}}$ dan $\Delta T_2 = T_{\text{akhir}} - T$
sehingga didapatkan persamaan:

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (T_1 - T_c) = m_2 \cdot c_2 \cdot (T_c - T_2) \dots \dots \dots (2.7)$$



Keterangan:

m_1	= massa benda 1 yang suhunya tinggi	[Kg]
m_2	= massa benda 2 yang suhunya rendah	[Kg]
c_1	= kalor jenis benda 1	[J/Kg°C]
c_2	= kalor jenis benda 2	[J/Kg°C]
T_1	= suhu mula-mula benda 1	[°C atau K]
T_2	= suhu mula-mula benda 2	[°C atau K]
T_c	= suhu akhir atau suhu campuran	[°C atau K]

Berdasarkan persamaan di atas dengan menggunakan kalorimeter, nilai kalor jenis suatu benda dapat dihitung jika kalor jenis benda yang lain telah diketahui.

4. Pemuaian Zat

Ketika benda dipanaskan, atom-atom dalam benda tersebut bergerak semakin cepat. Akibatnya molekul-molekul benda bergerak saling menjauh, sehingga volume benda semakin membesar. Peristiwa bertambahnya volume akibat adanya kalor mengenai benda, dikenal dengan pemuaian. Secara fakta ketika suatu benda dipanaskan, pemuaian yang terjadi adalah ke segala arah, lebih tepatnya pemuaian volume. Namun pada modul ini akan dibahas 3 jenis pemuaian berdasarkan dimensinya.

a. Pemuaian Panjang

Muai panjang didefinisikan sebagai pertambahan panjang benda yang panjangnya satu satuan panjang (m) dengan kenaikan suhu satu satuan suhu. Bilangan yang menunjukkan pertambahan panjang benda per panjang mula-mula per kenaikan suhu disebut koefisien muai panjang (α).

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta T}$$

$$\alpha = \frac{l - l_0}{l_0 (T - T_0)} \dots \dots \dots (2.8)$$

- dimana:
- α = koefisien muai panjang (°C atau /K)
 - l = panjang benda setelah dipanaskan (m)
 - l_0 = panjang benda sebelum dipanaskan (m)
 - T = suhu setelah dipanaskan (°C atau K)
 - T_0 = suhu sebelum dipanaskan (°C atau K)



Panjang benda setelah dipanaskan berdasarkan persamaan di atas adalah

$$l = l_0(1 + \alpha \cdot \Delta T) \dots \dots \dots (2.9)$$

b. Pemuaian Luas

Secara matematis luas adalah panjang x panjang, sehingga koefisien muai luas (β) didefinisikan 2α . Analogi dengan persamaan muai panjang maka persamaan muai luas, didefinisikan sebagai berikut:

$$\beta = \frac{\Delta A}{\Delta T A_0} \text{ atau } \beta = \frac{A - A_0}{A_0(T - T_0)} \dots \dots \dots (2.10)$$

- dimana:
- A = Luas benda setelah dipanaskan (m^2)
 - A_0 = Luas benda sebelum dipanaskan (m^2)
 - β = koefisien muai luas ($^{\circ}C$ atau /K)
 - T = suhu benda setelah dipanaskan ($^{\circ}C$ atau K)
 - T_0 = suhu benda sebelum dipanaskan ($^{\circ}C$ atau K)

Luas benda setelah dipanaskan berdasarkan persamaan di atas adalah

$$A = A_0(1 + \beta \cdot \Delta T) \dots \dots \dots (2.11)$$

c. Pemuaian Volume

Secara matematis volume adalah Luas x panjang, sehingga koefisien muai volume (γ) didefinisikan 3α . Analogi dengan persamaan muai panjang maka persamaan muai volume, yaitu:

$$\gamma = \frac{\Delta V}{\Delta T V_0} \text{ atau } \gamma = \frac{V - V_0}{V_0(T - T_0)} \dots \dots \dots (2.12)$$

- Dimana:
- V = Volume benda setelah dipanaskan (m^3)
 - V_0 = Volume benda sebelum dipanaskan (m^3)
 - γ = koefisien muai Volume ($^{\circ}C$ atau /K)
 - T = suhu benda setelah dipanaskan ($^{\circ}C$ atau K)
 - T_0 = suhu benda sebelum dipanaskan ($^{\circ}C$ atau K)

Volume benda setelah dipanaskan berdasarkan persamaan di atas adalah

$$V = V_0(1 + \gamma \cdot \Delta T) \dots \dots \dots (2.13)$$



Pemuaian volume pada gas mengikuti kaidah berdasarkan ketentuan bahwa koefisien muai pada semua gas adalah $\frac{1}{273 K}$ atau $\gamma = \frac{1}{273 K}$ sehingga persamaan muai volume gas menjadi:

$$V = V_0 \left(1 + \frac{1}{273K} \Delta T \right) \dots \dots \dots (2.14)$$

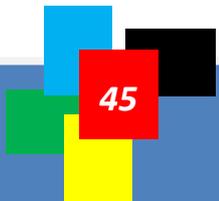
5. Perpindahan Kalor

Kalor dalam kehidupan sehari-hari bisa berpindah dari satu benda ke benda yang lain, dalam perpindahannya kalor dapat melalui beberapa cara, yaitu konduksi, konveksi dan radiasi.

a. Hantaran (Konduksi)

Konduksi merupakan proses perpindahan kalor melalui zat perantara tanpa disertai perpindahan molekul zat. Contoh konkretnya adalah ketika kita mencelupkan sendok logam ke air panas setelah beberapa saat kita merasakan bahwa sendok ikut menjadi panas. Panasnya sendok tersebut tanpa disertai berpindahnya molekul air ke ujung sendok. Pada peristiwa tersebut sendok tergolong bahan yang mudah menghantarkan kalor dengan baik. Bahan seperti ini kita kenal sebagai konduktor. Kebalikannya bahan yang susah menghantarkan kalor dengan baik kita kenal dengan isolator.

Peristiwa konduksi dapat diakibatkan oleh migrasi elektron dan getaran atom disekitar posisi setimbangnya. Saat sebuah logam dipanaskan maka elektron-elektron di bagian yang dipanaskan bergetar/bergerak lebih kencang sehingga energi kinetiknya naik. Akibatnya elektron berpindah ke bagian yang memiliki energi kinetik lebih rendah (bagian benda yang lebih dingin). Perpindahan tersebut menyebabkan tumbukan elektron sehingga elektron yang berenergi rendah naik energinya menjadi tinggi, hal ini direpresentasikan dengan kenaikan suhu bagian benda yang awalnya dingin. Perpindahan elektron yang berenergi tinggi berlangsung terus sampai semua bagian benda terimbas energinya yang ditandai dengan meratanya suhu dari benda tersebut. Peristiwa konduksi akibat migrasi elektron hanya terjadi pada logam yang punya elektron bebas.





Peristiwa konduksi berikutnya dapat terjadi pada zat padat selain logam, dimana perambatan kalornya melalui getaran atom pada bagian yang dipanaskan. Saat atom-atom di lokasi pemanasan bergetar lebih kencang akan mengakibatkan atom-atom disekitarnya ikut bergetar lebih kencang dari sebelumnya. Getaran kencang atom tetangga ini diikuti oleh tetangga yang lebih jauh. Begitu seterusnya sehingga terjadi perpindahan getaran atom. Pada akhirnya semua atom dalam zat bergetar lebih kencang. Hal ini merepresentasikan fenomena perambatan kalor dimana tidak ada atom yang berpindah hanya getaran atom yang lebih kencang saja yang berpindah.

Perpindahan kalor dari suatu bahan ke bahan yang lain dapat dihitung kelajuannya dengan menggunakan persamaan:

$$H = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \text{ atau } H = k \cdot A \frac{\Delta T}{l} \text{ atau } H = k \cdot A \frac{T_2 - T_1}{l} \dots \dots (2.15)$$

Dimana : H = laju hantaran kalor (J/s)

ΔQ = jumlah aliran kalor (J)

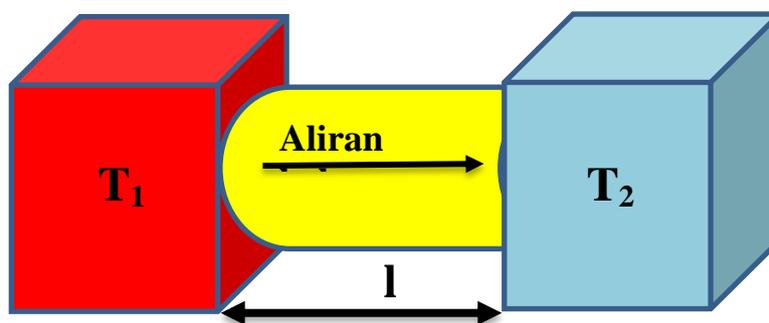
Δt = selang waktu (s)

k = konduktivitas termal (J/s.m°C)

A = Luas penampang benda (m²)

ΔT = Perbedaan suhu kedua ujung benda yang dialiri kalor (°C)

l = Jarak kedua ujung benda atau tebal benda (m)



Gambar 2.6 Aliran kalor pada 2 bahan yang berbeda



Konduktivitas termal (k) pada persamaan di atas merupakan karakteristik zat/bahan tersebut. Bagaimana halnya dengan bahan isolator? Karakteristik termal pada isolator biasa dinyatakan sebagai resistensi termal (R), dimana R adalah:

$$R = \frac{l}{k} \dots \dots \dots (2.16)$$

Dimana : l = panjang isolator (m)
 k = konduktivitas termal ($J/s.m^{\circ}C$)

Tabel 2.4 Konduktivitas termal beberapa bahan

No.	Bahan	Konduktivitas termal (k) [$J/s.m^{\circ}C$]	
		kcal/s.m. $^{\circ}C$	J/s.m. $^{\circ}C$
1	Perak	$10 \cdot 10^{-2}$	420
2	Tembaga	$9,2 \cdot 10^{-2}$	380
3	Alumunium	$5 \cdot 10^{-2}$	200
4	Baja	$1,1 \cdot 10^{-2}$	40
5	Es	$5 \cdot 10^{-4}$	2
6	Gelas (biasa)	$2 \cdot 10^{-4}$	0,84
7	Batu bata dan beton	$2 \cdot 10^{-4}$	0,84
8	Air	$1,4 \cdot 10^{-4}$	0,56
9	Jaringan tubuh manusia (tidak termasuk darah)	$0,5 \cdot 10^{-4}$	0,2
10	Kayu	$0,2 - 0,4 \cdot 10^{-4}$	0,08 - 0,16
11	Isolator fiberglass	$0,12 \cdot 10^{-4}$	0,048
12	Gabus dan serat kaca	$0,1 \cdot 10^{-4}$	0,042
13	Wol	$0,1 \cdot 10^{-4}$	0,040
14	Bulu angsa	$0,06 \cdot 10^{-4}$	0,025
15	Busa polyurethane	$0,06 \cdot 10^{-4}$	0,024
16	Udara	$0,055 \cdot 10^{-4}$	0,023

b. Aliran (Konveksi)

Zat cair dan gas umumnya bukan merupakan penghantar kalor yang sangat baik, akan tetapi dapat menghantarkan kalor cukup cepat dengan konveksi. **Konveksi** adalah proses perpindahan panas (kalor)

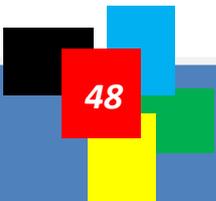


melalui suatu zat yang disertai dengan perpindahan molekul-molekul zat. Konveksi dibagi menjadi dua jenis, yakni konveksi alamiah dan konveksi paksa. **Konveksi Alamiah** pada fluida terjadi karena adanya perbedaan massa jenis. Contoh sederhana adalah peristiwa mendidihnya air. Coba kalian perhatikan air yang sedang mendidih. Ketika air akan mendidih, tampak gelembung-gelembung dari dasar panci atau wadah bergerak ke atas. Peristiwa ini terjadi karena air bagian bawah yang mendapatkan panas terlebih dahulu mempunyai massa jenis yang lebih kecil daripada air di bagian atas. Akibatnya, molekul air yang suhunya panas bergerak ke atas digantikan dengan air yang bersuhu lebih dingin. Kejadian ini terjadi terus menerus sehingga semua air di dalam wadah mendidih. Contoh konveksi alamiah lainnya adalah asap yang bergerak ke atas.

Ketika kita membakar sesuatu, udara panas di dekat api akan memuai sehingga massa jenisnya menjadi kecil. Sementara, udara dingin yang berada di sekitar api menekan udara panas ke atas. Akibatnya, terjadi arus konveksi udara pada udara dan asap bergerak ke atas. Sementara itu, **konveksi paksa** terjadi saat fluida yang dipanasi langsung diarahkan ke tujuannya oleh sebuah peniup atau pompa. Contohnya dapat dilihat pada sistem pendingin mobil. Pada sistem pendingin mobil ini air diedarkan melalui pipa-pipa dengan bantuan pompa air. Contoh konveksi paksa lainnya adalah pengering rambut. Kipas dalam pengering rambut menarik udara di sekitarnya. Kemudian, meniupkan udara tersebut melalui elemen pemanas sehingga menghasilkan arus konveksi paksa. Apabila suatu benda atau zat bersuhu tinggi memindahkan kalor ke fluida di sekitarnya secara konveksi, maka **laju aliran kalornya** sebanding dengan luas permukaan benda yang bersentuhan dengan fluida dan sebanding dengan perbedaan suhu antara benda atau zat dan fluida. Laju aliran kalor secara konveksi dapat dihitung dengan rumus:

$$H = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = h \cdot A \cdot \Delta T \dots \dots \dots (2.17)$$

Dimana: ΔQ = jumlah kalor yang mengalir (J atau kal)





- h = koefisien konveksi (J/s.m.°C atau J/s.m.K)
- A = luas penampang benda (m²)
- ΔT = perbedaan suhu antara benda dengan fluida (°C)

Koefisien konveksi berhubungan dengan bentuk dan posisi permukaan yang bersentuhan dengan fluida.

c. Pancaran (Radiasi)

Pernahkah Anda berpikir, bagaimana panas matahari sampai ke bumi? Anda ketahui bahwa di antara matahari dan bumi terdapat lapisan atmosfer yang sulit menghantarkan panas secara konduksi maupun konveksi. Selain itu, di antara matahari dan bumi juga terdapat ruang hampa yang tidak memungkinkan terjadinya perpindahan kalor. Dengan demikian, perpindahan kalor dari matahari sampai ke bumi tidak memerlukan perantara. Perpindahan kalor yang tidak memerlukan zat perantara (medium) disebut *radiasi*. Setiap benda mengeluarkan energi dalam bentuk radiasi elektromagnetik. Laju radiasi dari permukaan suatu benda berbanding lurus dengan luas penampang, berbanding lurus dengan pangkat empat suhu mutlaknya, dan tergantung sifat permukaan benda tersebut. Secara matematis dapat di tulis sebagai berikut.

$$H = A.e. \sigma.T^4 \dots\dots\dots (2.18)$$

- Dimana:
- H = laju radiasi (J/s atau Watt)
 - A = luas penampang benda (m²)
 - T = suhu mutlak (K)
 - e = emisitas bahan (0 < e ≤ 1)
 - σ = tetapan Stefan-Boltzmann (5,6705119 × 10⁻⁸ W/mK⁴)

Emisivitas merupakan karakteristik suatu benda yang bergantung pada jenis zat dan permukaannya. Permukaan yang hitam, seperti arang mempunyai emisivitas yang mendekati 1, yang berarti dapat memancarkan dan menyerap radiasi sangat baik. Sementara, permukaan yang mengkilat mempunyai emisivitas yang mendekati 0 yang menunjukkan benda kurang baik dalam memancarkan dan menyerap radiasi.



Suatu benda yang memancarkan radiasi ke lingkungan dapat kita ukur kecepatan total aliran kalor radiasinya menggunakan persamaan:

$$H = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = e \cdot \sigma \cdot A (T_1^4 - T_2^4) \dots \dots \dots (2.19)$$

Dimana : T_1 = suhu benda (K)
 T_2 = suhu lingkungan di sekitar (K)

Radiasi banyak dimanfaatkan dalam keseharian, misalnya api unggun, pendinginan rumah, pengeringan padi, dan sebagainya. Sementara, pada bidang teknologi radiasi dimanfaatkan untuk termos guna mencegah perpindahan kalor, efek rumah kaca, pemanggang (*oven*), dan lain-lain.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang diharapkan saat mempelajari modul ini adalah peserta diklat dapat antusias mengeksplorasi pengalaman dirinya saat membelajarkan topik Suhu dan Kalor pada peserta didik di sekolah, baik pada saat menemukan masalah dan bagaimana cara menyelesaikannya. Peserta diklat diharapkan dapat aktif berdiskusi, bekerjasama dan bertanggungjawab dalam menyelesaikan lembar kerja/ kasus/latihan/tugas di modul ini.



E. Latihan/Kasus/Tugas

E.1 Latihan Soal

Setelah mempelajari materi Fluida, silahkan Anda mencoba mengerjakan latihan soal secara mandiri selanjutnya diskusikan dalam kelompok. Kumpulkan hasil kerja anda tepat waktu sesuai jadwal yang telah disepakati!

a. Jawablah Pertanyaan di bawah ini!

1. Sebuah batu marmer yang massanya 340 kg terguling dari puncak tebing dan jatuh bebas setinggi 140 m dari tanah. Perkirakan naiknya temperatur batu tersebut jika 50% kalor yang ditimbulkannya tetap pada batu!
2. Sebuah batang timah yang sangat panjang, diameternya 2 cm dan menyerap kalor 320 kJ. Seberapa banyak perubahan panjangnya? Apa yang terjadi jika panjang batang tersebut hanya 2 cm!
3. Seorang pelari marathon mempunyai kecepatan metabolisme rata-rata sekitar 1000 kkal/jam. Jika bobot pelari 65 Kg, berapa banyak cairan yang hilang dari tubuhnya akibat penguapan dari kulit setelah berlari selama 2,5 jam!
4. Sebuah peluru timah 15 gram melesat dengan kecepatan 220 m/s menembus dinding besi yang tipis dan keluar dengan kecepatan 160 m/s. Jika peluru menyerap 50% dari kalor yang dihasilkan:
 - a. Berapa kenaikan temperatur peluru?
 - b. Jika temperatur disekitarnya 20°C, apakah ada bagian peluru yang meleleh? Jika ada, seberapa banyakkah?
5. Berikan penjelasan terkait link video berikut ini! Bila ada perbedaan jelaskan secara rinci!
 - a. <https://www.youtube.com/watch?v=86ChgK38EIA>
 - b. <https://www.youtube.com/watch?v=epkRd-w3TGw>
 - c. <https://www.youtube.com/watch?v=z2S5PfsXIG4>



b. Pilihlah jawaban yang paling tepat!

1. Jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur 20 Kg air dari 15 °C menjadi 95°C adalah
 - A. $6,7 \cdot 10^6$ J
 - B. $6,7 \cdot 10^5$ J
 - C. $7,6 \cdot 10^6$ J
 - D. $7,6 \cdot 10^5$ J
2. Sebuah bola tungsten mempunyai temperatur 25 °C dengan emisivitas e sebesar 0,350. Daya yang dipancarkan oleh bola tungsten pada radius 22 cm adalah
 - A. 95 Watt
 - B. 90 Watt
 - C. 85 Watt
 - D. 60 Watt
3. Dua buah ruangan masing-masing berbentuk kubus dengan rusuk 4 m. Dinding antar ruangan tersekat oleh batubata dengan tebal 12 cm. Beberapa lampu 100 W terpasang pada salah satu ruangan sehingga terjadi perbedaan temperatur udara, ruangan pertama 30 °C dan ruangan kedua 10 °C. Banyak bola lampu yang dibutuhkan untuk mempertahankan suhu dikedua sisi dinding adalah
 - A. 10 lampu
 - B. 20 lampu
 - C. 22 lampu
 - D. 30 lampu

E2. TUGAS MENGEMBANGKAN SOAL

Pada tugas pengembangan soal ini Anda diminta untuk membuat soal USBN berdasarkan kisi-kisi yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Soal yang dikembangkan disesuaikan dengan kurikulum yang digunakan oleh sekolah Anda (Kurikulum 2006



atau Kurikulum 2013) dengan materi sesuai dengan materi yang dibahas pada Kegiatan Pembelajaran 1 ini.

Prosedur Kerja

1. Bacalah secara cermat modul Pembinaan Karir guru untuk Kelompok Kompetensi D bagian Profesional.
2. Pelajari kisi-kisi yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan seperti pada Lampiran 1 dan 2.
3. Buatlah kisi-kisi soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari sesuai format berikut pada Lampiran 3. (Sesuaikan dengan kurikulum yang berlaku di sekolah anda).
4. Berdasarkan kisi-kisi diatas, buatlah soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari pada modul ini.
5. Kembangkan soal-soal yang sesuai dengan konsep HOTs.
6. Kembangkan soal Pilihan Ganda (PG) sebanyak 3 Soal
7. Kembangkan soal uraian (Essay) sebanyak 3 Soal.
8. Masing-masing soal dibuat dalam kartu soal seperti pada Lampiran 4 dan 5
9. Sebagai acuan pengembangan soal yang baik Anda bisa menelaah soal tersebut secara mandiri atau dengan teman sejawat dengan menggunakan instrumen telaah soal seperti terlampir pada Lampiran 6 dan 7.

F. Rangkuman

1. Suhu adalah ukuran panas atau dinginnya suatu benda, dengan alat pengukurnya adalah termometer.
2. Perbandingan skala termometer Celcius, Fahrenheit, Reamur, dan Kelvin adalah 5 : 9 : 4 : 5. Nilai suhu Kelvin dapat ditentukan dengan persamaan $T = 273 + t$ °C, dimana t adalah nilai suhu dalam derajat Celcius.
3. Kalor merupakan sebuah energi yang berpindah dari suatu benda ke benda yang lainnya karena adanya perbedaan suhu/temperatur. Kalor mengalir dari sistem bersuhu tinggi ke sistem yang bersuhu lebih rendah. Kalor dapat mengubah suhu benda dan wujud benda.



4. Kalor jenis zat didefinisikan sebagai jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan atau menurunkan suhu (dalam °C atau K) zat tersebut per 1 Kg nya. Kalor jenis dapat dicari dengan persamaan $c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$

5. Kapasitas kalor adalah banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu benda sebesar 1°C atau 1K. Kapasitas kalor dinyatakan dengan $c = \frac{Q}{\Delta t}$

6. Asas Black merupakan bentuk lain dari Hukum Kekekalan Energi. Asas Black dapat terjadi secara ideal dengan catatan kedua benda yang berinteraksi, terisolasi dengan baik, sehingga “Jumlah kalor yang dilepas sama dengan jumlah kalor yang diterima”.

$$\begin{aligned} Q_{\text{lepas}} &= Q_{\text{terima}} \\ m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta T_1 &= m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta T_2 \\ m_1 \cdot c_1 \cdot (T_1 - T_c) &= m_2 \cdot c_2 \cdot (T_c - T_2) \end{aligned}$$

7. Kalor laten merupakan kalor yang diperlukan atau dilepaskan persatuan massa pada saat terjadinya perubahan fase atau wujud. $L = \frac{Q}{m}$ dimana:
L = kalor laten [J/Kg]

8. Muai panjang didefinisikan sebagai pertambahan panjang benda yang panjangnya satu satuan panjang (m) dengan kenaikan suhu satu satuan suhu. Bilangan yang menunjukkan pertambahan panjang benda per panjang mula-mula per kenaikan suhu disebut koefisien muai panjang (α).

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_o \Delta T} = \frac{l - l_o}{l_o (T - T_o)}, \text{ maka panjang benda setelah dipanaskan}$$
$$l = l_o (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

9. Koefisien muai luas (β) didefinisikan sebagai 2α , karena Luas = panjang x panjang.

$$\beta = \frac{\Delta A}{\Delta T A_o} \text{ atau } \beta = \frac{A - A_o}{A_o (T - T_o)} \text{ maka luas benda setelah dipanaskan}$$
$$\text{adalah } A = A_o (1 + \beta \cdot \Delta T)$$

10. Koefisien muai volume (γ) didefinisikan sebagai 3α , sebab Volume = panjang x luas.



$$\gamma = \frac{\Delta V}{\Delta T V_0} \quad \text{atau} \quad \gamma = \frac{V - V_0}{V_0 (T - T_0)} \quad \text{maka volume benda setelah dipanaskan}$$

adalah $V = V_0(1 + \gamma \cdot \Delta T)$

11. Perpindahan kalor dalam kehidupan sehari-hari dapat melalui 3 cara, yaitu: Konduksi, Konveksi dan radiasi.

12. Kelajuan perpindahan kalor melalui cara konduksi dapat dihitung dengan persamaan:

$$H = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \quad \text{atau} \quad H = k \cdot A \frac{\Delta T}{l} \quad \text{atau} \quad H = k \cdot A \frac{T_2 - T_1}{l}$$

13. Kelajuan perpindahan kalor melalui cara konveksi dapat dihitung dengan persamaan:

$$H = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = h \cdot A \cdot \Delta T$$

14. Kelajuan perpindahan kalor melalui cara radiasi dapat dihitung dengan persamaan:

$$H = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = e \cdot \sigma \cdot A (T_1^4 - T_2^4) \quad \text{atau} \quad H = \mathbf{A.e.} \sigma \cdot T^4$$

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah anda mempelajari materi suhu dan kalor diharapkan anda dapat mengidentifikasi ketercapaian indikator yang diharapkan dicapai oleh peserta diklat. Jika ada yang belum tercapai tuliskan kendala dan tindak lanjut yang akan anda lakukan untuk bisa mencapai kompetensi tersebut.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

TEORI KINETIK GAS

Materi fluida, gas dan kalor adalah materi yang sangat erat kaitannya. Gas merupakan bagian dari fluida, ketika gas dialirkan seperti halnya air maka konsep fluida tetap berlaku di dalamnya. Perpindahan kalor pada gas dapat dipelajari dengan menggunakan pendekatan teorema kinetik gas, sedangkan termodinamika merupakan sebuah studi proses dimana energi ditransfer sebagai kalor dan sebagai kerja. Kerja dilakukan ketika energi ditransfer dari satu benda ke benda yang lain melalui cara-cara mekanis. Materi teori kinetik gas yang dibahas disini pendekatannya adalah pada gas ideal. Walaupun penerapan teori kinetik gas dalam penerapan kehidupan sehari-hari dapat kita amati contohnya pada balon gas.

Pengetahuan teori kinetik gas pada hakekatnya sama dengan pengetahuan-pengetahuan fisika lainnya, memerlukan cara berfikir sistematis, logis, dan analitis. Pengetahuan tentang teori kinetik gas selalu berkembang dan semakin kompleks. Penerapannya di dalam kehidupan sehari-hari membuat sains semakin dekat dengan masyarakat. Jika dipelajari secara mendalam materi ini sebenarnya sangat menarik dan dekat dengan kehidupan kita. Semakin banyak kita tahu akan suatu ilmu, semakin kita sadari bahwa sebenarnya diri kita tidak ada artinya di hadapan sang Pencipta yang maha mengetahui segalanya.

A. Tujuan

Setelah melalui diskusi dalam proses pembelajaran, peserta diklat mampu:

1. Memahami karakteristik gas pada ruang tertutup.
2. Mendeskripsikan sifat-sifat gas ideal monoatomik.



B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

1. Menghitung nilai tekanan, volume dan suhu suatu gas yang berada pada ruang tertutup.
2. Memecahkan masalah terkait karakteristik gas pada ruang tertutup.
3. Menentukan nilai kecepatan rata-rata gas ideal monoatomik.
4. Memecahkan masalah terkait sifat-sifat gas ideal monoatomik.

C. Uraian Materi

1. Sifat-sifat Gas Ideal

Pada pembelajaran kali ini, besaran yang akan kita bahas dalam topik ini adalah tekanan, volume, dan suhu yang merupakan besaran makroskopik. Besaran-besaran tersebut dapat kita ukur. Besaran lain adalah kecepatan rata-rata molekul dan energi kinetik yang merupakan besaran mikroskopik. Besaran mikroskopik tidak dapat kita ukur, tetapi dapat kita hitung. Antara besaran-besaran tersebut dihubungkan oleh massa dan kerapatan gas. Jadi sebelum kita membahas persamaan gas terlebih dulu kita bahas massa dan kerapatan molekul.

Beberapa istilah kimia yang sering digunakan manakala membahas persamaan umum gas ideal antara lain adalah:

- a. Massa atom relatif (A_r), adalah perbandingan massa rata-rata sebuah atom suatu unsur terhadap $\frac{1}{12}$ kali massa sebuah atom C_6^{12} . Harga massa atom relatif bukanlah massa yang sebenarnya dari suatu atom, tetapi hanya merupakan harga perbandingan.

Misal:

$$A_r \text{ He} = 2$$

$$A_r \text{ O} = 16$$

- b. Massa molekul relatif (M_r), adalah jumlah keseluruhan massa atom relatif (A_r) unsur-unsur penyusun senyawa.
- c. Mol (n), adalah satuan banyaknya partikel yang besarnya merupakan hasil bagi massa suatu unsur (senyawa) dengan massa relatifnya (A_r atau M_r).

$$n \text{ (mol)} = \frac{\text{massa unsur atau senyawa (gram)}}{A_r \text{ (} M_r \text{)}}$$



d. Bilangan Avogadro, adalah bilangan yang menyatakan jumlah partikel dalam satu mol.

$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ partikel/mol}$$

$N = n \cdot N_A$ dimana N adalah jumlah total partikel.

Misalkan dalam suatu ruang yang di dalamnya terdapat N molekul gas, N seringkali dinyatakan dalam satuan mol. 1 mol gas artinya dalam gas terdapat sebanyak $6,022 \cdot 10^{23}$ buah molekul.

Maksudnya, satu mol zat berisi N_A buah partikel atau molekul. Jadi bila kita memiliki n mol gas, artinya jumlah molekul gas kita adalah:

$$N = n \cdot N_A \quad \dots \dots \dots (3.1)$$

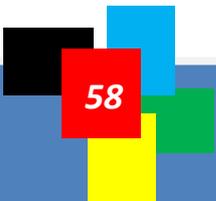
Massa 1 mol zat disebut sebagai massa molar, diberi simbol M . Misalkan Oksigen memiliki massa molar 16, maka 1 mol Oksigen massanya 16 gram. Satuan yang digunakan adalah atom C^{12} . Jadi 1 mol Atom C^{12} memiliki massa $12 \cdot 10^{-3}$ kg, jadi atom C memiliki massa molar sebesar:

$$\text{Massa molar} = C^{12} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \text{ Kg}}{1 \text{ mol}} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ Kg/mol}$$

Untuk massa atom yang lain dibandingkan dengan massa atom C^{12} . Bila sebuah molekul terdiri dari beberapa atom, massa molar molekul tersebut adalah jumlahan dari seluruh massa molar tiap atomnya. Massa n mol gas adalah:

$$m = n \cdot M \quad \dots \dots \dots (3.2)$$

Pada pembelajaran kali ini pembahasan dibatasi hanya pada gas ideal, yaitu gas yang mempunyai sifat-sifat yang sama pada kondisi yang sama. Dalam kondisi riil, gas yang berada pada tekanan rendah dan jauh dari titik cair, dianggap mempunyai sifat-sifat seperti gas ideal. Pada perhitungan gas ideal, tidak mungkin melakukan perhitungan untuk setiap partikel, melainkan sifat gas secara keseluruhan sebagai hasil rata-rata dari partikel-partikel penyusun gas. Adapun gas yang dianggap sebagai gas ideal, mempunyai karakteristik:





- a. Gas terdiri atas partikel-partikel yang jumlahnya sangat banyak.
- b. Partikel-partikel gas bergerak dengan laju dan arah yang beraneka ragam, serta memenuhi Hukum Gerak Newton.
- c. Partikel gas tersebar merata pada seluruh bagian ruangan yang ditempati.
- d. Tidak ada gaya interaksi antarpartikel, kecuali ketika partikel bertumbukan.
- e. Tumbukan yang terjadi antarpartikel atau antara partikel dengan dinding wadah adalah lenting sempurna.
- f. Ukuran partikel sangat kecil dibandingkan jarak antara partikel, sehingga bersama-sama volumenya dapat diabaikan terhadap volume ruang yang ditempati.

2. Hukum-Hukum Tentang Gas Ideal

a. Hukum Boyle

Robert Boyle menyatakan bahwa “Apabila suhu gas yang berada dalam ruang tertutup dijaga konstan, maka tekanan gas berbanding terbalik dengan volumenya”.

Secara matematis, pernyataan tersebut dapat dituliskan:

$$P \propto \frac{1}{V}, \text{ maka } P \cdot V = \text{konstan,}$$

atau

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 \quad \dots \dots \dots (3.3)$$

Dimana:

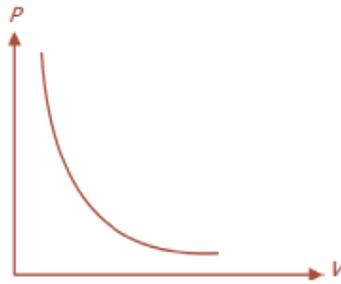
P_1 = tekanan gas mula-mula/pada keadaan 1 [N/m²]

P_2 = tekanan gas akhir/pada keadaan 2 [N/m²]

V_1 = volume gas mula-mula/pada keadaan 1 [m³]

V_2 = volume gas akhir/pada keadaan 2 [m³]

Hubungan antara tekanan dan volume gas pada suhu konstan dapat dilukiskan dengan grafik seperti yang tampak pada Gambar 3.1. Grafik tersebut menunjukkan bahwa pada saat volumenya bertambah, tekanan gas akan berkurang. Proses gas yang terjadi pada suhu konstan disebut **proses isotermis**.



Gambar 3.1 Grafik hubungan antara tekanan dan volume gas pada suhu konstan

b. Hukum Charles

Jacques Charles menyatakan bahwa: "Apabila tekanan gas yang berada dalam ruang tertutup dijaga konstan, maka volume gas berbanding lurus dengan suhu mutlaknya."

Secara matematis, pernyataan tersebut dapat dituliskan:

$$V \propto T, \text{ maka } \frac{V}{T} = \text{konstan, atau } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \dots \dots \dots (3.4)$$

Dimana:

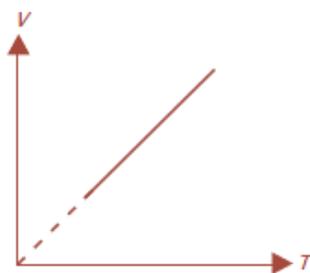
T_1 = suhu gas mula-mula/pada keadaan 1 [K]

T_2 = suhu gas akhir/pada keadaan 2 [K]

V_1 = volume gas mula-mula/pada keadaan 1 [m^3]

V_2 = volume gas akhir/pada keadaan 2 [m^3]

Hubungan antara volume gas dan suhu pada tekanan konstan dapat dilukiskan dengan grafik seperti yang tampak pada Gambar 3.2. Proses yang terjadi pada tekanan tetap disebut **proses isobaris**. Grafik tersebut menunjukkan bahwa jika suhu naik maka volume gas ikut bertambah.



Gambar 3.2 Grafik hubungan antara volume gas dan suhu pada tekanan konstan



c. Hukum Gay Lussac

Joseph Louis Gay Lussac menyatakan bahwa “Apabila volume gas yang berada pada ruang tertutup dijaga konstan, maka tekanan gas berbanding lurus dengan suhu mutlaknya”.

Pernyataan ini bisa dirumuskan secara matematis menjadi:

$$P \propto T, \text{ maka } \frac{P}{T} = \text{konstan, atau } \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana:

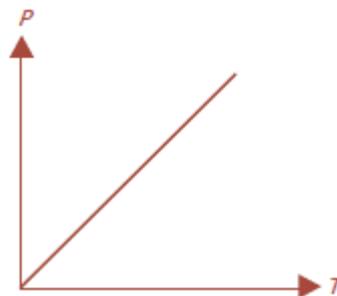
T_1 = suhu gas mula-mula/pada keadaan 1 [K]

T_2 = suhu gas akhir/pada keadaan 2 [K]

P_1 = Tekanan gas mula-mula/pada keadaan 1 [N/m²]

P_2 = Tekanan gas akhir/pada keadaan 2 [N/m²]

Hubungan antara tekanan dan suhu gas pada volume konstan dapat dilukiskan dengan grafik seperti yang tampak pada Gambar di samping kanan. Proses yang terjadi pada volume konstan disebut proses isokhoris.



Gambar 3.3 Grafik hubungan antara tekanan dan suhu gas pada volume konstan

d. Hukum Boyle-Gay Lussac

Hukum Boyle-Gay Lussac merupakan gabungan dari hukum Boyle dan Gay Lussac. Secara matematis dapat dituliskan:

$$\frac{PV}{T} = \text{konstan, atau } \frac{V_1 P_1}{T_1} = \frac{V_2 P_2}{T_2} \dots\dots\dots (3.6)$$



e. Persamaan umum Gas Ideal

Hukum-hukum tentang gas dari Boyle, Charles, Gay Lussac, dan Boyle-Gay Lussac diperoleh dengan menjaga satu atau lebih variabel dalam keadaan konstan untuk mengetahui akibat dari perubahan satu variabel. Berdasarkan Hukum Boyle–Gay Lussac diperoleh:

$$\frac{PV}{T} = \text{konstan} \quad \text{atau} \quad \frac{PV}{T} = k \quad \dots\dots\dots (3.7)$$

Jika jumlah partikel (N) berubah, maka volume gas juga akan berubah. Hal ini berarti bahwa persamaan di atas dipengaruhi juga oleh nilai N , sehingga persamaannya bisa dituliskan menjadi:

$$\frac{PV}{T} = N.k \quad \text{atau} \quad P.V = N.k.T \quad \dots\dots\dots (3.8)$$

Dimana k = konstanta Boltzmann, ($k = 1,38.10^{-23}$ J/K)

Karena $N = n.NA$, maka persamaan di atas bisa dituliskan menjadi

$$P.V = n.NA.k.T \quad \dots\dots\dots (3.9)$$

$NA.k = R$, yang merupakan konstanta gas umum yang besarnya sama untuk semua gas, maka persamaannya menjadi:

$$P.V = n.R.T \quad \dots\dots\dots (3.10)$$

dengan:

P = tekanan gas (N/m^2)

V = volume gas (m^3)

n = jumlah mol

T = suhu mutlak (K)

R = konstanta gas umum (J/mol.K)

$R = NA.k = (6,023.10^{23}) (1,38.10^{-23}) = 8,31$ J/mol.K = 0,082 L.atm/mol.K

Persamaan di atas dikenal sebagai persamaan umum gas ideal.

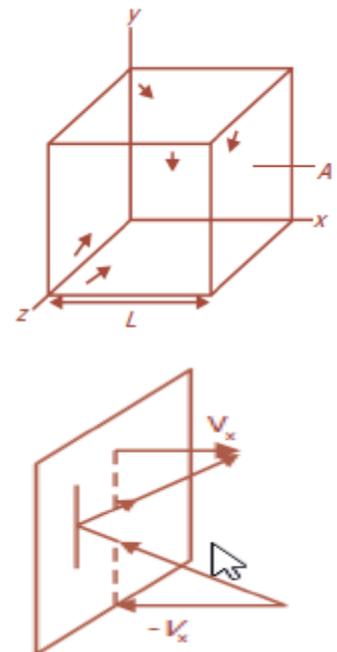
3. Teori Kinetik Gas

Teori *kinetik* gas dapat anda pahami jika anda memahami sifat-sifat gas ideal yang telah diuraikan sebelumnya pada topik ini. Berangkat dari pemahaman sifat-sifat gas ideal kita dapat menurunkan persamaan untuk tekanan, suhu, kelajuan efektif gas, energi kinetik rata-rata dan energi dalam gas.



a. Tekanan Gas Ideal

Perhatikan Gambar 3.4! Andaikan suatu gas yang mengandung sejumlah partikel berada dalam suatu ruang yang berbentuk kubus dengan sisi L dan luas masing-masing sisinya A . Tekanan yang diberikan gas pada dinding sama dengan besarnya momentum yang dilakukan oleh partikel gas tiap satuan luas tiap satuan waktu. Umpamakan partikel yang bermassa m bergerak ke arah kiri dengan kecepatan $-v_x$ dan menumbuk dinding sebelah kiri, partikel mengalami tumbukan lenting sempurna dan berbalik arah menuju ke kanan dengan kecepatan v_x . Perubahan momentum yang terjadi pada partikel gas adalah:



Gambar 3.4 Tumbukan partikel gas pada dinding kotak

$$\begin{aligned} \Delta P &= P_2 - P_1 \\ &= m \cdot v_x - (-m \cdot v_x) \\ \Delta P &= 2 m \cdot v_x \quad \dots \dots \dots (3.11) \end{aligned}$$

Partikel gas selanjutnya akan memantul kembali dan menumbuk dinding yang sama setelah menempuh jarak $2L$, dengan selang waktu Δt , dimana:

$$\Delta t = \frac{2L}{v_x}$$

Nilai impuls yang dialami dinding saat tumbukan adalah:

$$I = \Delta P$$

$$F \cdot \Delta t = \Delta P$$

$F \cdot \Delta t = 2 m \cdot v_x$ maka besar gaya (F) yang dialami dinding saat terjadi tumbukan adalah

$$F = \frac{2 m \cdot v_x}{\Delta t} = \frac{2 m \cdot v_x}{\frac{2L}{v_x}} = \frac{m \cdot v_x^2}{L} \quad \dots \dots \dots (3.12)$$

Besar tekanan gas dalam kubus adalah:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{\frac{m \cdot v_x^2}{L}}{L^2} = \frac{m \cdot v_x^2}{L^3} = \frac{m \cdot v_x^2}{V} \quad \dots \dots \dots (3.13)$$



Sehingga apabila dalam suatu wadah terdapat sejumlah N partikel gas, maka tekanan gas pada dinding dirumuskan:

$$P = \frac{N \cdot m \cdot \bar{v}_x^2}{V} \dots \dots \dots (3.14)$$

\bar{v}_x^2 adalah rata-rata kuadrat kecepatan partikel pada sumbu x.

Jika $\bar{v}_x^2 = \bar{v}_y^2 = \bar{v}_z^2$

maka

$$\bar{v}^2 = \bar{v}_x^2 + \bar{v}_y^2 + \bar{v}_z^2 = 3\bar{v}_x^2$$

sehingga $\bar{v}_x^2 = \frac{1}{3}\bar{v}^2$

dengan demikian maka persamaan tekanan menjadi:

$$P = \frac{1}{3} \frac{N \cdot m \cdot \bar{v}^2}{V} \dots \dots \dots (3.15)$$

Karena $\frac{1}{2} m \bar{v}^2$ adalah energi kinetik rata-rata partikel gas, maka persamaan di atas dapat diubah menjadi

$$P = \frac{2}{3} \frac{N \cdot \bar{E}_k}{V} \dots \dots \dots (3.16)$$

Dimana:

P = tekanan gas (N/m²)

N = jumlah partikel

v = kecepatan (m/s)

m = massa partikel (kg)

V = volume gas (m³)

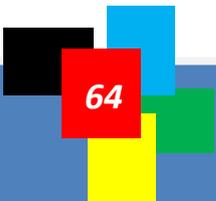
b. Suhu dan energi kinetik rata-rata gas ideal

Pada topik sebelumnya tentang kalor kalor, kita mengetahui bahwa atom suatu zat jika dipanaskan/dinaikkan suhunya akan bergerak dengan kecepatan tertentu. Demikian pula dengan atom pada gas, saat suhu gas dinaikkan gerak partikel-partikel dalam gas akan semakin cepat. Kita tahu bahwa energi kinetik hubungannya berbanding lurus terhadap kecepatan benda (dalam hal ini partikel), sehingga dari persamaan umum gas ideal kita dapat menentukan nilai Energi kinetik gas sebagai berikut:

$$P \cdot V = N \cdot k \cdot T \text{ atau } P = \frac{NkT}{V} \dots \dots \dots (3.17)$$

Dari persamaan tekanan sebelumnya kita dapatkan

$$P = \frac{2}{3} \frac{N \cdot \bar{E}_k}{V} \dots \dots \dots (3.18)$$





Sehingga dari kedua persamaan tersebut kita dapatkan persamaan

$$\frac{NkT}{V} = \frac{2}{3} \frac{N \cdot \overline{Ek}}{V} \dots\dots\dots (3.19)$$

Maka $T = \frac{2}{3k} \overline{Ek}$ dan $Ek = \frac{3}{2} kT$ (3.20)

c. Kelajuan efektif gas ideal

Di dalam ruangan yang terdapat gas, partikel-partikel gas bergerak dengan arah dan kecepatan yang beragam. Jika N_1 bergerak dengan kecepatan v_1 , dan N_2 bergerak dengan kecepatan v_2 , maka rata-rata kuadrat kecepatan ($\overline{v^2}$) partikel gas dalam ruangan adalah:

$$\overline{v^2} = \frac{N_1 \overline{v_1^2} + N_2 \overline{v_2^2} + \dots + N_i \overline{v_i^2}}{N_1 + N_2 + \dots + N_i} = \frac{\sum N_i \overline{v_i^2}}{\sum N_i}$$

Akar dari rata-rata kuadrat kecepatan disebut kecepatan efektif gas atau v_{rms} (*rms = root mean square*).

$$v_{rms} = \sqrt{\overline{v^2}}$$

karena $\overline{Ek} = \frac{1}{2} m \overline{v^2} = \frac{1}{2} m \overline{v_{rms}^2}$

sehingga jika kita sandingkan dengan persamaan energi kinetik pada persamaan di atas, maka

$$\frac{1}{2} m \overline{v_{rms}^2} = \frac{3}{2} kT$$

sehingga $v_{rms} = \sqrt{\frac{3 \cdot k \cdot T}{m}} \dots\dots\dots (3.21)$

- Dimana:
- v_{rms} = kecepatan efektif gas [m/s]
 - T = suhu mutlak [K]
 - m = massa partikel gas [Kg]
 - k = konstanta Boltzman [J/K]

Kecepatan efektif juga dapat dinyatakan dengan:

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T}{Mr}} \text{ atau } v_{rms} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}} \dots\dots\dots (3.22)$$

d. Energi dalam gas ideal

Sebuah partikel gas dalam bergerak mempunyai kecepatan dan arah dalam 3 dimensi, sumbu x, sumbu y dan sumbu z. Hal ini berarti bahwa sebuah partikel dapat bergerak pada tiga arah yang berbeda. Energi



kinetik rata-rata partikel dapat dihitung dengan menggunakan teorema ekuipartisi energi, yang menyatakan bahwa: **“Jika pada suatu sistem yang mengikuti Hukum Newton tentang gerak dan mempunyai suhu mutlak T , maka setiap derajat kebebasan (f), suatu partikel memberikan kontribusi $\frac{1}{2} k.T$ pada energi rata-rata partikel,”** sehingga energi rata-rata dapat dituliskan:

$$\bar{E} = f \left(\frac{1}{2} k.T \right) \dots\dots\dots (3.23)$$

Setiap derajat kebebasan f memberikan kontribusi pada energi mekanik partikel tersebut. Disebabkan kecepatan partikel mempunyai 3 arah yang berbeda, dengan demikian suatu gas monoatomik/beratom tunggal mempunyai 3 derajat kebebasan. Energi dalam suatu gas ideal didefinisikan sebagai jumlah energi kinetik seluruh molekul gas dalam ruang tertutup yang meliputi energi kinetik translasi, rotasi, dan vibrasi. Apabila dalam suatu ruang terdapat N molekul gas, maka energi dalam gas ideal (U) dinyatakan:

$$U = N\bar{E} = N.f \left(\frac{1}{2} k.T \right)$$

Berdasarkan derajat kebebasannya ($f = 3$), energi dalam gas monoatomik ideal dapat dituliskan sebagai berikut:

$$U = 3.N \left(\frac{1}{2} k.T \right) = \frac{3}{2} NkT \dots\dots\dots (3.24)$$



D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang diharapkan saat mempelajari modul ini adalah peserta diklat dapat antusias mengeksplorasi pengalaman dirinya saat membelajarkan topik Teori Kinetik Gas pada peserta didik di sekolah, baik pada saat menemukan masalah dan bagaimana cara menyelesaikannya. Peserta diklat diharapkan dapat aktif berdiskusi, bekerjasama dan bertanggungjawab dalam menyelesaikan lembar kerja/ kasus/latihan/tugas di modul ini.

Lembar Kerja: LK.D3.01

PROBLEM SOLVING TEORI KINETIK GAS

A. Tujuan Kegiatan:

1. Mengidentifikasi permasalahan pembelajaran pada peserta didik pada materi teori kinetik gas
2. Menemukan pemecahan masalah dari hasil identifikasi melalui diskusi/berdasarkan best practice peserta diklat.

B. Langkah Kegiatan:

1. Buatlah kelompok kerja maksimal 5 orang peserta
2. Tiap kelompok tuliskan beberapa permasalahan yang anda jumpai dalam pembelajaran di kelas saat membelajarkan materi Teori Kinetik Gas.
3. Diskusikan bersama anggota kelompok anda solusi yang kelompok anda sarankan berdasarkan best practice atau pendapat anda pribadi!
4. Tuliskan hasil kerja kelompok anda pada kertas plano/powerpoint kemudian presentasikan!



E. Latihan/Tugas/Kasus

E.1 Latihan Soal

Setelah mempelajari materi Teori Kinetik, silahkan Anda mencoba mengerjakan latihan soal secara mandiri selanjutnya diskusikan dalam kelompok. Kumpulkan hasil kerja anda tepat waktu sesuai jadwal yang telah disepakati!

a. Jawablah Pertanyaan di bawah ini!

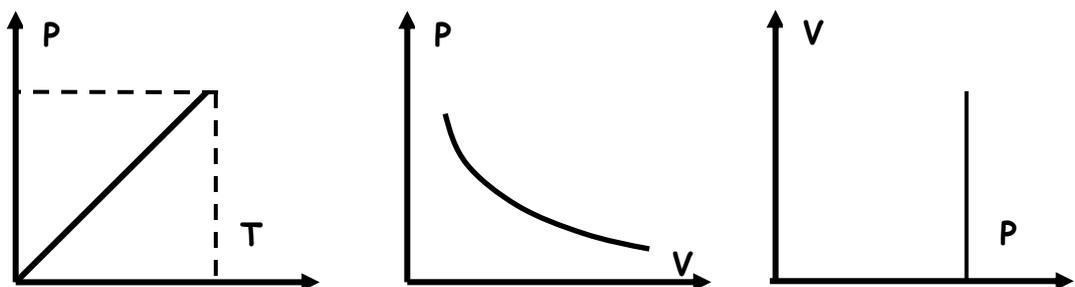
1. Sebuah tangki penyimpanan pada STP berisi 18,5 kg nitrogen (N_2).
Tentukan:
 - a. Volume tangki
 - b. Tekanan tangki jika ditambahkan 15 kg Nitrogen!
2. Bila 25,5 mol gas helium berada pada temperatur $10^\circ C$ dan tekanan ukur 0,350 atm, tentukan:
 - a. Volume gas helium.
 - b. Temperatur gas bila gas ditekan hingga setengah dari volume awal pada tekanan ukur 1 atm.
3. Sebuah gelembung udara di dasar danau yang dalamnya 43,5 m mempunyai volume 1 cm^3 . Jika temperatur di dasar danau $5,5^\circ C$ dan $21^\circ C$ di permukaan danau, berapakah volume gelembung udara persis sebelum mencapai permukaan?
4. Laju rms molekul pada gas $20^\circ C$ akan dinaikkan sebesar 2%. Sampai suhu berapa gas tersebut harus dinaikkan?
5. Tentukan tekanan udara ditempat dimana air mendidih pada suhu:
 - a. $100^\circ C$
 - b. $95^\circ C$
 - c. $90^\circ C$

b. Pilihlah salah satu jawaban di bawah yang paling benar!

1. Sejumlah gas yang massanya tetap ditekan pada suhu tetap maka molekul-molekul gas itu akan
 - A. mempunyai energi kinetik lebih besar
 - B. mempunyai momentum lebih besar
 - C. lebih sering menumbuk dinding tempat gas
 - D. bergerak lebih cepat



2. Diantara pernyataan berikut ini:
- (1) jumlah partikel gas diduakalikan
 - (2) energi kinetik rata-rata partikelgas diduakalikan
 - (3) volume ruang gas diduakalikan
 - (4) kelajuan rata-rata partikel gas diduakalikan
- Yang menyebabkan tekanan gas menjadi empat kalinya adalah
- A. (1) dan (2)
 - B. (1) dan (3)
 - C. (2), (3) dan (4)
 - D. (4) saja
3. Jika suatu gas ideal dimampatkan secara isothermal sampai volumenya menjadi seperempatnya maka....
- A. tekanan menjadi dua kali dan suhu tetap
 - B. tekanan menjadi empat kali dan suhu tetap
 - C. tekanan menjadi empat kali dan suhu dua kali
 - D. tekanan dan suhu menjadi empat kali semula
4. Suatu gas dalam ruang tertutup dinaikkan suhunya menjadi 4 kali dari suhu semula maka kecepatan gerak partikel-partikelnya menjadi semula
- A. $\frac{1}{4}$ kali
 - B. $\frac{1}{2}$ kali
 - C. 2 kali
 - D. 4 kali
5. Perhatikan grafik di bawah ini;





- Grafik diatas adalah proses gas dalam ruang tertutup. Urutan yang benar dari kiri kekanan untuk menyatakan proses gas dari grafik diatas adalah....
- A. isokhorik, isotermik dan adiabatik
 - B. isotermik, isokhorik dan isobarik
 - C. isokhorik, isotermik dan isobarik
 - D. isokhorik, adiabatik dan isobarik
6. Volume gas berbanding terbalik dengan tekanan yang diberikan pada gas, ketika suhu pada tabung gas dijaga konstan. Pernyataan ini dikenal dengan hukum
- A. Boyle
 - B. Charles
 - C. Gay Lussac
 - D. Clausius
7. Hukum Charles menyatakan bahwa
- A. volume gas berbanding terbalik dengan tekanan yang diberikan pada gas, ketika suhu pada tabung gas dijaga konstan
 - B. volume gas dengan jumlah tertentu berbanding lurus dengan suhu mutlak, ketika tekanan dijaga konstan
 - C. tekanan gas berbanding lurus dengan suhu mutlaknya, saat volumenya konstan
 - D. tidak mungkin memindahkan kalor dari reservoir suhu rendah ke reservoir suhu tinggi tanpa memerlukan usaha luar
8. Jika suatu gas ideal dimampatkan secara isotermal sampai volumenya menjadi setengahnya maka
- A. tekanan dan suhu tetap
 - B. tekanan menjadi 2 kali dan suhu tetap
 - C. tekanan dan suhu menjadi 2 kalinya
 - D. tekanan menjadi 2 kali dan suhu menjadi setengahnya



9. Sejumlah gas ideal dipanaskan secara isobarik, maka:

- (1) selama proses volume gas berkurang
- (2) selama proses suhu gas naik
- (3) selama proses usaha gas nol
- (4) selama proses energi dalam gas bertambah

Pernyataan di atas yang benar adalah

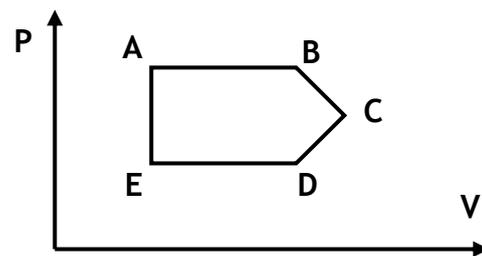
- A. (1), (2), (3)
- B. (1), (3)
- C. (2), (4)
- D. (4) saja

10. Usaha yang dikerjakan oleh sistem gas pada proses isokhorik, nilainya adalah

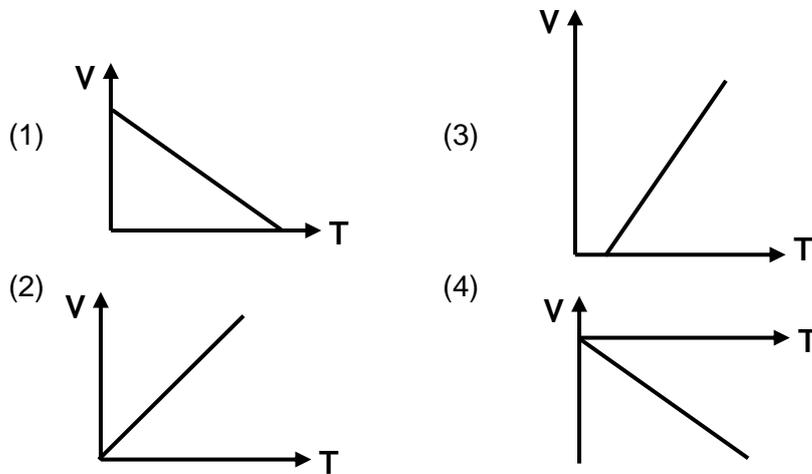
- A. $\frac{2}{3} (P_2.V_2 - P_1.V_1)$
- B. Nol
- C. $\frac{3}{2} (P_2.V_2 - P_1.V_1)$
- D. $\frac{5}{2} (P_2.V_2 - P_1.V_1)$

11. Grafik di bawah ini menunjukkan hubungan antara volume (V) dan tekanan (P) dari suatu proses gas. Proses yang menunjukkan gas memperoleh usaha luar adalah

- A. E ke A
- B. D ke E
- C. C ke D
- D. B ke C

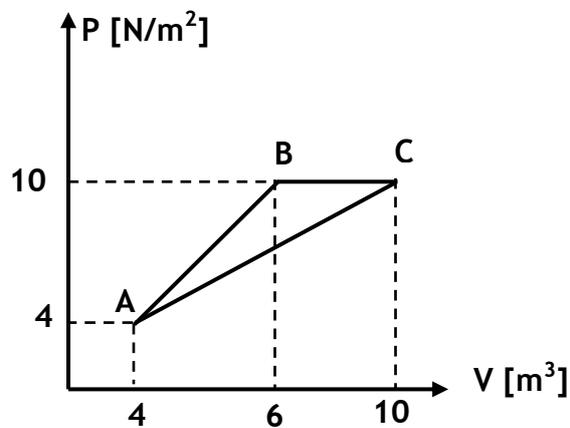


12. V dan T masing-masing menyatakan volume dan suhu mutlak partikel-partikel gas ideal di dalam ruang tertutup yang mengalami proses. Hubungan V dan T ditunjukkan dalam grafik berikut.



Grafik yang menunjukkan proses isobarik adalah grafik nomor

- A. (1)
- B. (2)
- C. (3)
- D. (4)



13. Perhatikan grafik di atas. Besar usaha gas yang berekspansi dari A ke C melalui lintasan AB adalah

- A. 14 Joule
- B. 40 Joule
- C. 42 Joule
- D. 54 Joule



14. Nilai usaha pada suatu sistem gas yang mengalami proses adiabatik adalah
- A. $W = n R T \ln (V_2/V_1)$
 - B. $W = P (V_2 - V_1)$
 - C. $W = -3/2 n R \Delta T$
 - D. $W = 3/2 n R \Delta T$

E2. TUGAS MENGEMBANGKAN SOAL

Pada tugas pengembangan soal ini Anda diminta untuk membuat soal USBN berdasarkan kisi-kisi yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Soal yang dikembangkan disesuaikan dengan kurikulum yang digunakan oleh sekolah Anda (Kurikulum 2006 atau Kurikulum 2013) dengan materi sesuai dengan materi yang dibahas pada Kegiatan Pembelajaran 1 ini.

Prosedur Kerja

1. Bacalah secara cermat modul Pembinaan Karir guru untuk Kelompok Kompetensi D bagian Profesional.
2. Pelajari kisi-kisi yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan seperti pada Lampiran 1 dan 2.
3. Buatlah kisi-kisi soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari sesuai format berikut pada Lampiran 3. (Sesuaikan dengan kurikulum yang berlaku di sekolah anda).
4. Berdasarkan kisi-kisi diatas, buatlah soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari pada modul ini.
5. Kembangkan soal-soal yang sesuai dengan konsep HOTS.
6. Kembangkan soal Pilihan Ganda (PG) sebanyak 3 Soal
7. Kembangkan soal uraian (Essay) sebanyak 3 Soal.
8. Masing-masing soal dibuat dalam kartu soal seperti pada Lampiran 4 dan 5
9. Sebagai acuan pengembangan soal yang baik Anda bisa menelaah soal tersebut secara mandiri atau dengan teman sejawat dengan menggunakan instrumen telaah soal seperti terlampir pada Lampiran 6 dan 7.



F. Rangkuman

1. Karakteristik dari sebuah gas yang dianggap sebagai gas ideal, mempunyai ciri:
 - a. Gas terdiri atas partikel-partikel yang jumlahnya sangat banyak.
 - b. Partikel-partikel gas bergerak dengan laju dan arah yang beraneka ragam, serta memenuhi Hukum Gerak Newton.
 - c. Partikel gas tersebar merata pada seluruh bagian ruangan yang ditempati.
 - d. Tidak ada gaya interaksi antarpartikel, kecuali ketika partikel bertumbukan.
 - e. Tumbukan yang terjadi antarpartikel atau antara partikel dengan dinding wadah adalah lenting sempurna.
 - f. Ukuran partikel sangat kecil dibandingkan jarak antara partikel, sehingga bersama-sama volumenya dapat diabaikan terhadap volume ruang yang ditempati.

2. Robert Boyle menyatakan bahwa "Apabila suhu gas yang berada dalam ruang tertutup dijaga konstan, maka tekanan gas berbanding terbalik dengan volumenya".

$$P \propto \frac{1}{V}, \text{ maka } P \cdot V = \text{konstan, atau } P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

3. Jacques Charles menyatakan bahwa: "Apabila tekanan gas yang berada dalam ruang tertutup dijaga konstan, maka volume gas berbanding lurus dengan suhu mutlaknya."

$$V \propto T, \text{ maka } \frac{V}{T} = \text{konstan, atau } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

4. Joseph Louis Gay Lussac menyatakan bahwa "Apabila volume gas yang berada pada ruang tertutup dijaga konstan, maka tekanan gas berbanding lurus dengan suhu mutlaknya".

$$P \propto T \text{ atau } \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

5. Hukum Boyle-Gay Lussac merupakan gabungan dari hukum Boyle dan Gay Lussac. Secara matematis dapat dituliskan:



$$\frac{PV}{T} = \text{konstan, atau } \frac{V_1 P_1}{T_1} = \frac{V_2 P_2}{T_2}$$

6. Persamaan gas ideal diperoleh dari hukum-hukum Boyle, Charles, tentang Gay Lussac tentang gas.

$$\frac{PV}{T} = N \cdot k \quad \text{atau} \quad P \cdot V = N \cdot k \cdot T$$

Karena $N = n \cdot NA$, dan $NA \cdot k = R$ maka persamaan di atas bisa dituliskan menjadi

$$P \cdot V = n \cdot NA \cdot k \cdot T = n \cdot R \cdot T$$

7. Tekanan gas pada suatu wadah dapat ditentukan dengan persamaan

$$P = \frac{1}{3} \frac{N \cdot m \cdot \bar{v}^2}{V} \quad \text{atau} \quad P = \frac{2}{3} \frac{N \cdot \bar{E}_k}{V}$$

8. Energi kinetik rata-rata partikel gas sebanding dengan suhu mutlaknya.

$$E_k = \frac{3}{2} kT$$

9. Kecepatan efektif suatu partikel gas dapat dinyatakan dengan:

$$v_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{3 \cdot k \cdot T}{m}} = \sqrt{\frac{3 \cdot R \cdot T}{Mr}} = \sqrt{\frac{3P}{\rho}}$$

10. Teorema ekipartisi energi menyatakan bahwa Jika pada suatu sistem yang mengikuti Hukum Newton tentang gerak dan mempunyai suhu mutlak T , maka setiap derajat kebebasan (f), suatu partikel memberikan kontribusi $\frac{1}{2} k \cdot T$ pada energi rata-rata partikel, sehingga energi rata-rata dapat dituliskan:

$$\bar{E} = \bar{E}_k = f \left(\frac{1}{2} k \cdot T \right)$$

11. Energi dalam gas monoatomik untuk derajat kebebasan ($f = 3$), dapat dituliskan sebagai berikut:

$$U = 3 \cdot N \left(\frac{1}{2} k \cdot T \right) = \frac{3}{2} NkT$$



G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Setelah anda mempelajari materi Teori Kinetik Gas diharapkan anda dapat mengidentifikasi ketercapaian indikator yang diharapkan dicapai oleh peserta diklat. Jika ada yang belum tercapai tuliskan kendala dan tindak lanjut yang akan anda lakukan untuk bisa mencapai kompetensi tersebut.

KUNCI JAWABAN

A. Kegiatan Pembelajaran 1

Jawaban Pertanyaan Essay

1. Ganti pipa inlet ke tandon dengan diameter yang lebih kecil.
2. 900 m^3
3. 12.000 N
4. $2\sqrt{6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ dan $0,8 \sqrt{3} \text{ meter}$
5.
 - a. Aspal merupakan hasil olahan dari minyak bumi dimana massa jenisnya lebih kecil dari air. Ketika lapisan aspal terlalu tipis dan ada lubang untuk air masuk ke bawah lapisan maka aspal akan terangkat disebabkan perbedaan massa jenisnya, sehingga aspal mengelupas. Salah satu Solusi adalah kualitas aspal harus bagus dan pada proses pengaspalan kondisi jalan harus kering sebelum ditutup aspal dan rata.
 - b. Jika murni menggunakan sumber air dari PAM maka pipa inlet yang ke tandon dari sumber PDAM harus kecil diameternya supaya mampu mendorong air ke tandon yang berada di atap rumah.
6. Lapisan yang terlihat sebenarnya adalah lapisan gas hidrogen sulfida yang tebal yang dihasilkan oleh bakteri dari dasar laut setelah bercampur dengan bahan organik. Link (<http://infounik.org/gambar-sungai-sungai-di-bawah-laut.html>)



Jawaban Latihan soal Pilihan Ganda.

1. D
2. A
3. D
4. B
5. B
6. B
7. B
8. C
9. D
10. C
11. C
12. C
13. B

B. Kegiatan Pembelajaran 2

Jawaban Soal Essay

1. 0,8 °C
2. 1,96 cm. Menguapkan batang
3. 4,3 Kg
4. 44°C, peluru tidak mencair/meleleh

Jawaban Soal Pilihan Ganda

1. A
2. A
3. C



C. Kegiatan Pembelajaran 3

Jawaban Soal Essay

- a. $14,8 \text{ m}^3$
b. $1,81 \text{ atm}$
- a. $0,439 \text{ m}^3$
b. -63°C
- $5,5 \text{ cm}^3$
- $31,7 \text{ }^\circ\text{C}$

Jawaban Soal Pilihan Ganda

- | | |
|------|-------|
| 1. C | 8. B |
| 2. D | 9. C |
| 3. B | 10. B |
| 4. C | 11. B |
| 5. C | 12. B |
| 6. A | 13. B |
| 7. B | 14. C |

EVALUASI

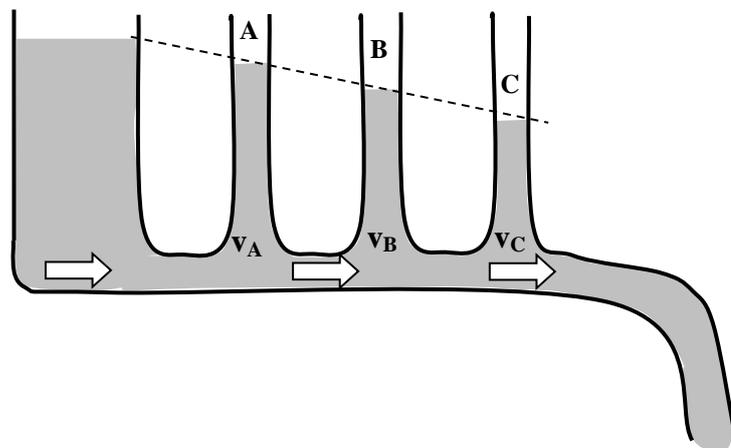
Pilihlah salah satu jawaban di bawah yang paling benar!

1. Sebuah balok yang tingginya 20 cm dan massa jenisnya 900 kg/m^3 mengapung diatas cairan yang massa jenisnya 1000 kg/m^3 . Tinggi balok yang terbenam dalam cairan adalah
 - A. 0,18 cm
 - B. 0,22 cm
 - C. 16 cm
 - D. 18 cm

2. Sebatang pipa kapiler yang berdiameter 1 mm dibenamkan pada fluida yang massa jenisnya $0,5 \text{ gram/cm}^3$. Jika tegangan permukaan fluida $0,05 \text{ N/m}$ dan sudut kontak fluida dengan pipa 60° maka analisa yang tepat untuk ketinggian fluida dalam pipa, sifat kohesi adhesi fluida, dan sifat fluida dalam pipa adalah....
 - A. lebih tinggi dari permukaan fluida di wadah, kohesi $<$ adhesi, tidak membasahi pipa kapiler
 - B. lebih tinggi dari permukaan fluida di wadah, kohesi $<$ adhesi, membasahi pipa kapiler
 - C. lebih rendah dari permukaan fluida di wadah, kohesi $>$ adhesi, membasahi pipa kapiler
 - D. lebih rendah dari permukaan fluida di wadah, kohesi $<$ adhesi, tidak membasahi pipa kapiler



3. Cairan mengalir melewati pipa yang berbeda diameternya. Pada bagian yang berdiameter A, laju alirannya 9 m/s sedangkan pada bagian yang berdiameter B laju alirannya 4 m/s. Dengan demikian perbandingan A dengan B adalah....
- A. 3 : 4
 - B. 2 : 3
 - C. 3 : 2
 - D. 4 : 9
4. Berknaan dengan pesawat terbang:
- (1) dapat mengangkasa karena massa jenisnya lebih kecil dari massa jenis udara
 - (2) laju aliran udara diatas sayap lebih kecil daripada laju dibawah sayap
 - (3) tekanan udara dibawah sayap lebih besar dari tekanan diatas sayap
- Pernyataan yang benar adalah
- A. (1), (2) dan (3)
 - B. (1) dan (2)
 - C. (1) dan (3)
 - D. (3)
5. Pernyataan yang tepat sesuai asas Bernoulli untuk menjelaskan gambar



dibawah ini adalah

- A. tekanan fluida di A (P_A) lebih kecil dari tekanan di B (P_B)



- B. $v_A > v_B > v_C$
C. $P_A > P_B > P_C$
D. $v_A = v_B = v_C$
6. Dari peralatan di bawah ini:
(1) penyemprot serangga
(2) rem pada mobil
(3) sayap pesawat terbang
(4) pompa hidrolik
(5) venturimeter
Alat yang memanfaatkan asas Bernoulli adalah . . .
- A. (1), (2) dan (3)
B. (1), (3) dan (4)
C. (1), (3) dan (5)
D. (2), (4) dan (5)
7. Sebuah pipa ujungnya mengecil hingga luas penampangnya $\frac{1}{4}$ semula. Jika kecepatan air mula-mula 4 m/s dan dalam waktu 5 sekon banyaknya air yang melewati pipa besar sebanyak 500 liter, maka selama 3 sekon air yang keluar dari pipa kecil sebanyak liter
- A. 100
B. 125
C. 250
D. 300
8. Sebuah pemanas air dapat menghasilkan 7200 kkal/jam. Banyak air perjam yang dapat dipanaskan dari suhu 15°C sampai 50°C adalah
- A. $1,52 \cdot 10^2$ Kg/jam
B. $1,72 \cdot 10^2$ Kg/jam
C. $2,1 \cdot 10^2$ Kg/jam
D. $2,52 \cdot 10^2$ Kg/jam

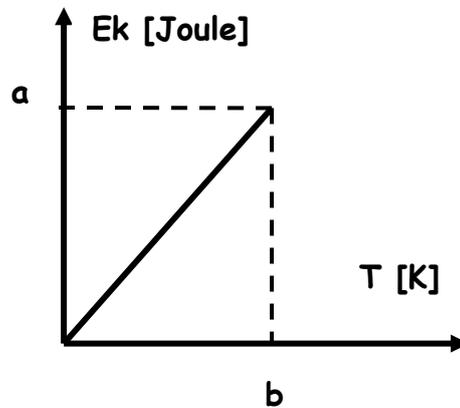


9. Sebuah logam massanya 5,1 Kg, untuk menaikkan suhunya sebesar $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ dari suhu mula-mula dibutuhkan kalor sebesar 135 kJ. Kalor jenis logam tersebut adalah
- A. $2,52 \cdot 10^3\text{ J/Kg}\cdot^{\circ}\text{C}$
 - B. $2,62 \cdot 10^3\text{ J/Kg}\cdot^{\circ}\text{C}$
 - C. $2,65 \cdot 10^3\text{ J/Kg}\cdot^{\circ}\text{C}$
 - D. $2,72 \cdot 10^3\text{ J/Kg}\cdot^{\circ}\text{C}$
10. Sampel tembaga, alumunium, dan air mengalami kenaikan temperatur yang sama ketika menyerap kalor dalam jumlah yang sama. Perbandingan massa logam-logam tersebut beserta air adalah
- A. 1 : 4,65 : 10,7
 - B. 8 : 6 : 1
 - C. 10,7 : 1 : 4,5
 - D. 10,7 : 4,65 : 1
11. Ketika kepingan besi 290 g yang suhunya $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ diletakkan di bejana kalorimeter alumunium 100 g yang berisi 250 g gliserin dengan suhu $10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Jika temperatur akhir terbaca $38\text{ }^{\circ}\text{C}$, kalor jenis gliserin adalah
- A. $2,3 \cdot 10^3\text{ J/Kg }^{\circ}\text{C}$
 - B. $2,3 \cdot 10^2\text{ J/Kg }^{\circ}\text{C}$
 - C. $2,3 \cdot 10^2\text{ J/Kg }^{\circ}\text{C}$
 - D. $1,3 \cdot 10^2\text{ J/Kg }^{\circ}\text{C}$
12. Sebuah teko alumunium 360 gram mempunyai daya listrik 750 W. Waktu yang dibutuhkan oleh teko untuk mendidihkan air 0,6 liter dengan suhu $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ adalah. . . (asumsikan tidak ada air yang menguap)
- A. 2 menit
 - B. 3,2 menit
 - C. 5,8 menit
 - D. 6 menit
 - E. 6,8 menit



13. Banyak air yang hilang dari tubuh seorang olahragawan yang berolahraga selama 30 menit dengan membakar kalori sebanyak 180 kkal adalah

- A. 0,334 liter
- B. 0,250 liter
- C. 0,200 liter
- D. 0,160 liter



14. Sebuah rumah membutuhkan $4,8 \cdot 10^7$ kkal sepanjang musim dingin. Bila batu bara mengeluarkan 7000 kkal/kg ketika dibakar dan anggap 30% kalornya hilang ke atas cerobong asap, maka banyak batu bara yang dibutuhkan untuk memanaskan rumah tersebut adalah

- A. $8 \cdot 10^3$ Kg
- B. $9,8 \cdot 10^3$ Kg
- C. $1,2 \cdot 10^4$ Kg
- D. $2,1 \cdot 10^4$ Kg

15. Menurut teori kinetik gas, tekanan gas dalam ruang tertutup:

- (1) berbanding lurus dengan energi kinetik rata-rata partikel
- (2) berbanding terbalik dengan volume gas dalam ruang
- (3) berbanding lurus dengan jumlah partikel gas
- (4) berbanding terbalik dengan kuadrat kecepatan partikel gas

Pernyataan-pernyataan yang benar adalah

- A. (1) dan (2)
- B. (1) dan (3)
- C. (1), (2) dan (3)
- D. (2), (3) dan (4)



16. Berikut ini adalah grafik hubungan antara energi kinetik rata-rata (E_k) satu molekul gas monoatomik dengan suhu mutlak (T). Berdasarkan grafik tersebut, konstanta Boltzmann adalah....
- A. a/b
 - B. $2a/3b$
 - C. $3a/2b$
 - D. $4a/2b$
17. Sejumlah gas dalam ruang tertutup dengan suhu 27°C , agar energi kinetik partikel gas dalam ruang tersebut menjadi tiga kali semula, maka suhu gas harus dinaikkan menjadi
- A. 108°C
 - B. 327°C
 - C. 627°C
 - D. 927°C
18. Di dalam ruang tertutup yang volumenya 4 m^3 terdapat gas bertekanan a . bila kecepatan gerak partikel-partikel gas menjadi setengah kali semula, maka besar tekanan gas sekarang menjadi
- A. $4a$
 - B. $2a$
 - C. $0,5a$
 - D. $0,25a$
19. Dalam ruangan yang bervolume 3 liter terdapat gas bertekanan 10^5 Pa . Jika partikel gas memiliki kelajuan rata-rata sebesar 750 m/s maka massa gas tersebut adalah . . .
- A. 80 gram
 - B. 16 gram
 - C. 1,6 gram
 - D. 0,8 gram



20. Sebuah gas yang berada dalam sebuah tabung yang tertutup, mengembang dengan persamaan tekanan $P = 3v^2 + 4v + v$. Volume gas membesar dari 2 m^3 menjadi 3 m^3 . Usaha yang dikerjakan gas adalah
- A. – 30 Joule
 - B. – 6 Joule
 - C. 22 Joule
 - D. 31,5 Joule

PENUTUP

Dengan telah ditulisnya modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan KK D bagian Profesional ini, mudah-mudahan dapat membantu Anda, khususnya guru-guru fisika SMA dalam meningkatkan pemahaman terhadap materi-materi untuk proses pembelajaran di kelas nantinya.

Materi dalam modul ini tidak terlalu sulit untuk dipahami, dipelajari, dan juga mungkin tidak terlalu asing bagi Anda. Namun untuk kesempurnaan dan pemahaman lebih lanjut ada baiknya jika Anda menggali lagi informasi dari sumber aslinya.

Sebagai saran penulis, setelah mempelajari dan berlatih dari soal-soal yang telah disajikan, untuk penguasaan lebih dalam mohon dikembangkan dalam bentuk latihan sesuai dengan karakteristik materinya.

Terakhir, mudah-mudahan dengan adanya modul ini Anda merasa terbantu dalam upaya peningkatan pengembangan profesionalisme dan juga pengembangan pembelajaran yang berkualitas. Dan tentu, tak ada gading yang tak retak, saran-saran yang konstruktif sangat penulis harapkan untuk perbaikan lebih lanjut. Sekian dan terima kasih, semoga sukses, dan mendapat ridhoNya.

DAFTAR PUSTAKA

- Bueche, Frederick J dan Hecht, Eugene. 1997. *Schaum Outline of Theory and Problems of College Physics, Ninth Edition*. United State of America: McGraw-Hill
- Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika Jilid 1*. Jakarta: Erlangga
- Halliday dan Resnick. 2011. *Fundamental of Physics. 9th edition*. United State of America: John Wiley and Sons.
- Rosen, Joe dan Quin Gothard, Lisa. 2010. *Encyclopedia of Physiscal Science Volume I*. China: Fact on File.Inc

GLOSARIUM

1.	Adiabatik	: Proses pada gas tanpa adanya pertukaran kalor antara sistem dengan lingkungan
2.	Aliran Turbulen	: Aliran fluida yang berputar
3.	Bilangan Avogadro	: Bilangan yang menyatakan banyaknya partikel yang terkandung dalam setiap mole zat
4.	Energi	: Kemampuan untuk melakukan usaha
5.	Fluida	: Zat yang dapat mengalir
6.	Gas Ideal	: Gas yang diasumsikan untuk penyederhanaan perhitungan matematik pada teori kinetik gas
7.	Isobarik	: Proses pada gas pada tekanan yang tetap
8.	Isokhorik	: Proses pada gas pada volume yang tetap
9.	Isotermal	: Proses pada gas pada suhu yang tetap
10.	Kompresible	: Perubahan tekanan pada gas akibat perubahan volume
11.	Streamline	: Aliran yang mengikuti suatu garis lurus atau melengkung yang jelas ujung pangkalnya.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

KISI-KISI UJIAN SEKOLAH BERSTANDAR NASIONAL SEKOLAH MENENGAH ATAS / MADRASAH ALIYAH KURIKULUM 2013 TAHUN PELAJARAN 2016/2017

MATA PELAJARAN: FISIKA

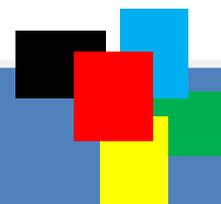
Level Kognitif	Pengukuran dan Kinematika	Dinamika	Usaha dan Energi	Kalor	Gelombang dan Optik	Listrik, Magnet, dan Fisika Modern
<p>Pengetahuan dan pemahaman</p> <ul style="list-style-type: none"> Mengidentifikasi Menyebutkan Menunjukkan Membedakan Mengelompokkan Menjelaskan 	<p>Siswa mampu memahami:</p> <ul style="list-style-type: none"> pengukuran besaran fisika vektor gerak lurus gerak melingkar gerak parabola 	<p>Siswa mampu memahami:</p> <ul style="list-style-type: none"> gaya hukum newton momen gaya momen inersia fluida (statik dan dinamik) gravitasi Newton gerak harmonik sederhana 	<p>Siswa mampu memahami:</p> <ul style="list-style-type: none"> usaha impuls momentum tumbukan sumber daya energi 	<p>Siswa mampu memahami:</p> <ul style="list-style-type: none"> kalor perpindahan kalor teori kinetik gas 	<p>Siswa mampu memahami:</p> <ul style="list-style-type: none"> gelombang bunyi gelombang cahaya gelombang elektromagnet elastisitas pemanasan global alat optik 	<p>Siswa mampu memahami:</p> <ul style="list-style-type: none"> listrik statis listrik dinamis kemagnetan fisika inti efek foto listrik transmisi daya induksi elektromagnetik
<p>Aplikasi</p> <ul style="list-style-type: none"> Mengklasifikasi Menginterpretasi Menghitung Mendeskrripsikan Mengurutkan Membandingkan Menerapkan Memodifikasi 	<p>Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> pengukuran vektor gerak lurus gerak melingkar gerak parabola 	<p>Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> gaya hukum newton momen gaya momen inersia keseimbangan benda tegar titik berat fluida (statik dan dinamik) gravitasi Newton gerak harmonik sederhana 	<p>Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> usaha energi impuls momentum tumbukan 	<p>Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> kalor perpindahan kalor teori kinetik gas 	<p>Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> gelombang bunyi gelombang cahaya gelombang electromagnet elastisitas 	<p>Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> listrik statis listrik dinamis kemagnetan fisika inti efek foto listrik induksi elektromagnetik
<p>Penalaran</p> <ul style="list-style-type: none"> Menemukan Menyimpulkan Menggabungkan Menganalisis Memecahkan masalah 	<p>Siswa mampu bernalar tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> vektor gerak lurus gerak melingkar gerak parabola 	<p>Siswa mampu bernalar tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> gaya hukum newton momen gaya momen inersia keseimbangan benda tegar 	<p>Siswa mampu bernalar tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> impuls momentum tumbukan 	<p>Siswa mampu bernalar tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> kalor perpindahan kalor 	<p>Siswa mampu bernalar tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> gelombang cahaya pemanasan Global 	<p>Siswa mampu bernalar tentang:</p> <ul style="list-style-type: none"> fisika inti induksi elektromagnetik



**KISI-KISI UJIAN SEKOLAH BERSTANDAR NASIONAL
SEKOLAH MENENGAH ATAS / MADRASAH ALIYAH
KURIKULUM 2006 TAHUN PELAJARAN 2016/2017**

MATA PELAJARAN: FISIKA

Level Kognitif	Pengukuran dan Kinematika	Dinamika	Usaha dan Energi	Kalor	Gelombang dan Optik	Listrik, Magnet, dan Fisika Modern
Pengetahuan dan pemahaman <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mengidentifikasi ▪ Menyebutkan ▪ Menunjukkan ▪ Membedakan ▪ Mengelompokkan ▪ Menjelaskan 	Siswa mampu memahami: <ul style="list-style-type: none"> ▪ pengukuran ▪ besaran fisika ▪ vektor ▪ gerak lurus ▪ gerak melingkar ▪ gerak parabola 	Siswa mampu memahami: <ul style="list-style-type: none"> ▪ gaya ▪ hukum newton ▪ momen gaya ▪ momen inersia ▪ fluida (statik dan dinamik) ▪ gravitasi Newton ▪ gerak harmonik sederhana 	Siswa mampu memahami: <ul style="list-style-type: none"> ▪ usaha ▪ impuls ▪ momentum ▪ tumbukan 	Siswa mampu memahami: <ul style="list-style-type: none"> ▪ kalor ▪ perpindahan kalor ▪ teori kinetik gas ▪ termodinamika 	Siswa mampu memahami: <ul style="list-style-type: none"> ▪ gelombang ▪ bunyi ▪ optik fisis ▪ gelombang elektromagnet ▪ elastisitas ▪ alat optik 	Siswa mampu memahami: <ul style="list-style-type: none"> ▪ listrik statis ▪ listrik dinamis ▪ kemagnetan ▪ efek foto listrik ▪ relativitas ▪ teori atom ▪ fisika inti ▪ radioaktivitas
Aplikasi <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mengklasifikasi ▪ Menginterpretasi ▪ Menghitung ▪ Mendeskripsikan ▪ Mengurutkan ▪ Membandingkan ▪ Menerapkan ▪ Memodifikasi 	Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang: <ul style="list-style-type: none"> ▪ pengukuran ▪ vektor ▪ gerak lurus ▪ gerak melingkar ▪ gerak parabola 	Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang: <ul style="list-style-type: none"> ▪ gaya ▪ hukum newton ▪ momen gaya ▪ momen inersia ▪ keseimbangan benda tegar ▪ titik berat ▪ fluida (statik dan dinamik) ▪ gravitasi Newton ▪ gerak harmonik sederhana 	Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang: <ul style="list-style-type: none"> ▪ usaha ▪ energi ▪ impuls ▪ momentum ▪ tumbukan 	Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang: <ul style="list-style-type: none"> ▪ kalor ▪ perpindahan kalor ▪ teori kinetik gas ▪ termodinamika 	Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang: <ul style="list-style-type: none"> ▪ gelombang ▪ bunyi ▪ optik fisis ▪ gelombang elektromagnet ▪ elastisitas ▪ alat optik 	Siswa mampu mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang: <ul style="list-style-type: none"> ▪ listrik statis ▪ listrik dinamis ▪ kemagnetan ▪ efek foto listrik ▪ relativitas ▪ fisika inti ▪ radioaktivitas
Penalaran <ul style="list-style-type: none"> ▪ Menemukan ▪ Menyimpulkan ▪ Menggabungkan ▪ Menganalisis ▪ Memecahkan masalah 	Siswa mampu bernalar tentang: <ul style="list-style-type: none"> ▪ vektor ▪ gerak lurus ▪ gerak melingkar ▪ gerak parabola 	Siswa mampu bernalar tentang: <ul style="list-style-type: none"> ▪ gaya ▪ hukum newton ▪ momen gaya ▪ momen inersia ▪ keseimbangan benda tegar ▪ gerak harmonik sederhana 	Siswa mampu bernalar tentang: <ul style="list-style-type: none"> ▪ impuls ▪ momentum ▪ tumbukan 	Siswa mampu bernalar tentang: <ul style="list-style-type: none"> ▪ kalor ▪ perpindahan kalor ▪ termodinamika 	Siswa mampu bernalar tentang: <ul style="list-style-type: none"> ▪ optik fisis 	Siswa mampu bernalar tentang: <ul style="list-style-type: none"> ▪ fisika inti ▪ relativitas





KARTU SOAL NOMOR 1
(PILIHAN GANDA)

Mata Pelajaran :
Kelas/Semester :
Kurikulum :
Kompetensi Dasar :
Materi :
Indikator Soal :
Level Kognitif :

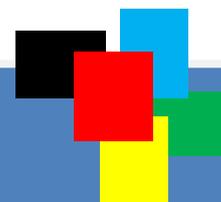
Soal:

Kunci/Pedoman Penskoran:

Keterangan:

Soal ini termasuk soal HOTS karena

1.
2.
3.





**KARTU SOAL NOMOR 1
(URAIAN)**

Mata Pelajaran :
Kelas/Semester :
Kurikulum :

Kompetensi Dasar :	
Materi :	
Indikator Soal :	
Level Kognitif :	

Soal:

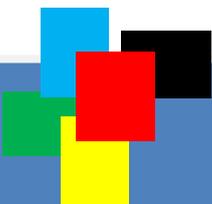
PEDOMAN PENSKORAN

No.	Uraian Jawaban/Kata Kunci	Skor
	Total Skor	

Keterangan:

Soal ini termasuk soal HOTS karena:

1.
2.





**INSTRUMEN TELAAH SOAL HOTS
BENTUK TES PILIHAN GANDA**

Nama Pengembang Soal :
Mata Pelajaran :
Kls/Prog/Peminatan :

No.	Aspek yang ditelaah	Butir Soal				
		1	2	3	4	5
A. Materi						
1.	Soal sesuai dengan indikator.					
2.	Soal tidak mengandung unsur SARAPPPK (Suku, Agama, Ras, Anatargolongan, Pornografi, Politik, Propopaganda, dan Kekerasan).					
3.	Soal menggunakan stimulus yang menarik (baru, mendorong peserta didik untuk membaca).					
4.	Soal menggunakan stimulus yang kontekstual (gambar/grafik, teks, visualisasi, dll, sesuai dengan dunia nyata)*					
5.	Soal mengukur level kognitif penalaran (menganalisis, mengevaluasi, mencipta). Sebelum menentukan pilihan, peserta didik melakukan tahapan-tahapan tertentu.					
6.	Jawaban tersirat pada stimulus.					
7.	Pilihan jawaban homogen dan logis.					
8.	Setiap soal hanya ada satu jawaban yang benar.					
B. Konstruksi						
8.	Pokok soal dirumuskan dengan singkat, jelas, dan tegas.					
9.	Rumusan pokok soal dan pilihan jawaban merupakan pernyataan yang diperlukan saja.					
10.	Pokok soal tidak memberi petunjuk ke kunci jawaban.					
11.	Pokok soal bebas dari pernyataan yang bersifat negatif ganda.					
12.	Gambar, grafik, tabel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi.					
13.	Panjang pilihan jawaban relatif sama.					
14.	Pilihan jawaban tidak menggunakan pernyataan "semua jawaban di atas salah" atau "semua jawaban di atas benar" dan sejenisnya.					
15.	Pilihan jawaban yang berbentuk angka/waktu disusun berdasarkan urutan besar kecilnya angka atau kronologisnya.					
16.	Butir soal tidak bergantung pada jawaban soal lain.					
C. Bahasa						
17.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia, untuk bahasa daerah dan bahasa asing sesuai kaidahnya.					
18.	Tidak menggunakan bahasa yang berlaku setempat/tabu.					
19.	Soal menggunakan kalimat yang komunikatif.					
20.	Pilihan jawaban tidak mengulang kata/kelompok kata yang sama, kecuali merupakan satu kesatuan pengertian.					

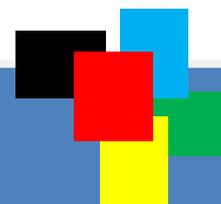
*) Khusus mata pelajaran bahasa dapat menggunakan teks yang tidak kontekstual (fiksi, karangan, dan sejenisnya).

***) Pada kolom nomor soal diisikan tanda silang (X) bila soal tersebut tidak memenuhi kaidah.

.....

Penelaah

.....
NIP.





**INSTRUMEN TELAAH SOAL HOTS
BENTUK TES URAIAN**

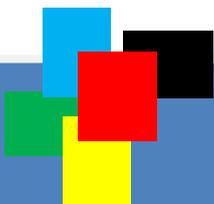
Nama Pengembang Soal :
Mata Pelajaran :
Kls/Prog/Peminatan :

No.	Aspek yang ditelaah	Butir Soal				
		1	2	3	4	5
A.	Materi					
1.	Soal sesuai dengan indikator (menuntut tes tertulis untuk bentuk Uraian).					
2.	Soal tidak mengandung unsur SARAPPPK (Suku, Agama, Ras, Anatargolongan, Pornografi, Politik, Propopaganda, dan Kekerasan).					
3.	Soal menggunakan stimulus yang menarik (baru, mendorong peserta didik untuk membaca).					
4.	Soal menggunakan stimulus yang kontekstual (gambar/grafik, teks, visualisasi, dll, sesuai dengan dunia nyata)*					
5.	Soal mengukur level kognitif penalaran (menganalisis, mengevaluasi, mencipta). Sebelum menentukan pilihan, peserta didik melakukan tahapan-tahapan tertentu.					
6.	Jawaban tersirat pada stimulus.					
B.	Konstruksi					
6.	Rumusan kalimat soal atau pertanyaan menggunakan kata-kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban terurai.					
7.	Memuat petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal.					
8.	Ada pedoman penskoran/rubrik sesuai dengan kriteria/kalimat yang mengandung kata kunci.					
9.	Gambar, grafik, tabel, diagram, atau sejenisnya jelas dan berfungsi.					
10.	Butir soal tidak bergantung pada jawaban soal lain.					
C.	Bahasa					
11.	Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia, untuk bahasa daerah dan bahasa asing sesuai kaidahnya.					
12.	Tidak menggunakan bahasa yang berlaku setempat/tabu.					
13.	Soal menggunakan kalimat yang komunikatif.					

*) Khusus mata pelajaran bahasa dapat menggunakan teks yang tidak kontekstual (fiksi, karangan, dan sejenisnya).

**) Pada kolom nomor soal diisikan tanda silang (X) bila soal tersebut tidak memenuhi kaidah.

.....
.....
Penelaah
.....
.....
NIP.



MODUL
PENGEMBANGAN KEPROFESIAN
BERKELANJUTAN
FISIKA SMA

TERINTEGRASI
PENGUATAN PENDIDIKAN
KARAKTER



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

facebook.com/p4tkipaInfo 

p4tkipa.org 
youtube.com/pppptkipa 

p4tkipa@yahoo.com 
022 4265127 - 70417266 

Jl. Diponegoro No. 12 
Bandung - Jawa Barat
022 4231191 