

MODUL GURU PEMBELAJAR

**MATA PELAJARAN FISIKA
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

KELOMPOK KOMPETENSI D

**PEDAGOGI:
MODEL - MODEL PEMBELAJARAN
IPA DAN IMPLEMENTASINYA**

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

**PROFESIONAL:
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 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

**MATA PELAJARAN FISIKA
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

KELOMPOK KOMPETENSI D

MODEL – MODEL PEMBELAJARAN IPA 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 2016

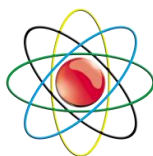
MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN FISIKA SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI D

MODEL-MODEL PEMBELAJARAN IPA 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 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN FISIKA SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI D

MODEL-MODEL PEMBELAJARAN IPA DAN IMPLEMENTASINYA

Penanggung Jawab
Dr. Sediono Abdullah

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

Penyunting
Drs. Iwan Heryawan, M.Si.

Penyelia
Drs. I Made Padri, M.Pd.

Penata Letak
Nurul Atma Vita, S.Pd.

Copyright © 2016
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 menggandakan sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan
komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

KATA SAMBUTAN

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui program Guru Pembelajar (GP) merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogi dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Guru Pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, dalam jaringan atau daring (*online*), dan campuran (*blended*) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan dan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK), dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut



adalah modul untuk program GP tatap muka dan GP online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program GP memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program GP ini untuk mewujudkan “Guru Mulia Karena Karya.”

Jakarta, Februari 2016

Direktur Jenderal

Guru dan Tenaga Kependidikan

Sumarna Surapranata, Ph.D.

NIP. 195908011985032001

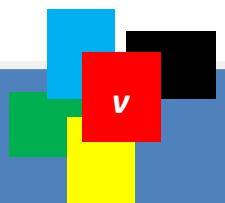
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran IPA SMP, Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*learning material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul Guru Pembelajar disusun dalam rangka fasilitasi program peningkatan kompetensi guru paska 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 Guru Pembelajar untuk masing-masing mata pelajaran dijabarkan ke dalam 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Materi pada masing-masing modul kelompok kompetensi berisi materi kompetensi pedagogi 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.

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 ke: p4tkipa@yahoo.com.

Akhirnya kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada para pengarah dari jajaran Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Manajemen, Widyaiswara, Staf PPPPTK IPA, Dosen, Guru, dan Kepala Sekolah serta Pengawas Sekolah 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 2016
Kepala PPPPTK IPA,

Dr. Sediono, M.Si.
NIP. 195909021983031002





DAFTAR ISI

	Hal
KATA SAMBUTAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup	3
E. Cara Penggunaan Modul	3
KEGIATAN PEMBELAJARAN	
MODEL- MODEL PEMBELARAN IPA DAN IMPLEMENTASINYA	5
A. Tujuan	6
B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	6
C. Uraian Materi	6
D. Aktivitas Pembelajaran	35
E. Latihan/Kasus/Tugas	37
F. Rangkuman	40
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	40
KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS	41
EVALUASI	43
PENUTUP	51
DAFTAR PUSTAKA	53
GLOSARIUM	55



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 4C, yaitu *communication, collaboration, critical thinking and problem solving, dan creativity and innovation*. Selain tantangan yang dihadapi peserta didik, guru pun menghadapi tantangan abad 21. Ada tujuh tantangan yang dihadapi guru 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 kekuatan bersaing bukan lagi kepandaian tetapi kreativitas dan kecerdasan bertindak.

Menghadapi tantangan-tantangan zaman, tentunya guru harus 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, di antaranya dalam penggunaan strategi atau model pembelajaran. Model Pembelajaran adalah pola pembelajaran yang mendeskripsikan kegiatan guru-siswa di dalam



mewujudkan kondisi belajar atau sistem lingkungan yang menyebabkan terjadinya belajar pada siswa (Hinduan, dkk, 1990). Sesuai dengan Permendiknas nomor 16 tahun 2007, kompetensi guru tentang model pembelajaran termasuk dalam kompetensi inti menguasai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik. Pada modul ini Anda dapat mempelajari konsep model pembelajaran *Discovery Learning*, *Project Based Learning*, *Problem Based Learning*, *Model Learning Cycle 5E* dan *Model Cooperative Learning* serta implementasinya dalam pembelajaran Fisika.

Di dalam modul, sajian materi diawali dengan uraian pendahuluan, kegiatan pembelajaran dan diakhiri dengan evaluasi agar guru peserta melakukan *self assesment* sebagai tolak ukur untuk mengetahui keberhasilan diri sendiri.

B. Tujuan

Setelah Anda belajar dengan modul ini diharapkan terampil mengembangkan skenario pembelajaran menggunakan sintak model yang sesuai dengan topik atau konsep Fisika.

C. Peta Kompetensi

Kompetensi Inti dan Kompetensi Guru Mata Pelajaran yang diharapkan setelah guru belajar dengan modul ini tercantum pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Inti	Kompetensi Guru Mapel
2.Menguasai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik	2.2 “Menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran yang mendidik secara kreatif dalam mata pelajaran yang diampu”



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 kelompok kompetensi D, tujuan belajar, kompetensi guru yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, ruang lingkup dan saran 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 dari Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi dan Penutup.

E. Cara Penggunaan Modul

Cara penggunaan modul pada setiap kegiatan pembelajaran secara umum melalui skenario penyajian mata tataran pada Guru Pembelajar untuk kelompok kompetensi D. Secara khusus disarankan Anda menelaah setiap persoalan-persoalan yang berhubungan dengan teori dan aturan-aturan yang telah ditetapkan pada setiap lingkup materi pedagogi.

Langkah berikutnya, Anda selanjutnya mengerjakan soal latihan yang telah dikemas agar dapat dipelajari, dengan alur sebagai berikut.





Saran lainnya, yaitu dengan mengerjakan soal latihan dan berdiskusi dengan teman sejawat.

Deskripsi Kegiatan

1. Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada peserta untuk mempelajari:

- latar belakang yang memuat gambaran materi
- tujuan penyusunan modul mencakup tujuan semua kegiatan pembelajaran setiap materi
- kompetensi atau indikator yang akan dicapai atau ditingkatkan melalui modul.
- ruang lingkup berisi materi kegiatan pembelajaran 1
- langkah-langkah penggunaan modul

2. Mengkaji materi

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

3. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/intruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, melakukan eksperimen, latihan dst. Pada kegiatan ini peserta secara aktif menggali informasi, mengumpulkan data dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan

4. Presentasi dan Konfirmasi

Pada kegiatan ini peserta melakukan presentasi hasil kegiatan sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi dibahas bersama

5. Review Kegiatan

Pada kegiatan ini peserta dan penyaji mereview materi modul dan prediksi ketercapaian kompetensi oleh peserta.

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 diharapkan Anda 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*
9. mendeskripsikan model pembelajaran *Cooperative Learning*
10. merancang skenario pembelajaran sesuai *Cooperative Learning*

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 nara sumber, 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, sedangkan benda B dengan massa yang sama tenggelam dalam air? ▪ Mengapa benda B tenggelam dalam air



TAHAP PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN
	dan terapung dalam air garam? <ul style="list-style-type: none">▪ 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 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	: 3.5 Memahami fenomena induksi
Dasar	elektromagnetik berdasarkan percobaan 4.5 Mencipta produk sederhana dengan menggunakan prinsip induksi elektromagnetik
Indikator	: <ul style="list-style-type: none">o Merancang generator listrik sederhanao Membuat generator listrik sederhana dengan menggunakan prinsip induksi elektromagnetiko Membuat laporan tugas proyek generator listrik sederhana
Alokasi Waktu	: 2 x Pertemuan (4 x 2 JP)



Sintak Model Pembelajaran	Deskripsi
Penentuan Pertanyaan Mendasar	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guru memberi salam dilanjutkan dengan menanyakan kabar siswa dan kesiapan belajar ▪ Guru memberikan apersepsi dan motivasi <ul style="list-style-type: none"> ○ Guru mereview materi pertemuan sebelumnya ○ Seberapa penting konsep induksi elektromagnetik untuk kehidupan kita? ○ Apa yang dialami manusia ketika tidak ada teknologi yang menggunakan induksi elektromagnetik? ○ Guru menampilkan beberapa produk teknologi yang menggunakan konsep induksi elektromagnetik, misal PLTA, Transmisi energi listrik ○ Pentingnya energi listrik bagi kehidupan manusia ○ Pentingnya generator listrik untuk pemenuhan kebutuhan energi listrik manusia ▪ Bagaimana prinsip kerja generator listrik? ▪ Komponen-komponen apa saja yang terdapat dalam generator listrik? ▪ Bagaimana kita membuat generator listrik? ▪ Bagaimana kita membuat generator listrik sederhana (model generator listrik)?
Mendesain Perencanaan Proyek	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guru mengarahkan peserta didik berdiskusi merencanakan sebuah proyek membuat generator listrik sederhana ▪ Guru memberikan penjelasan/aturan main berkaitan dengan proyek “generator listrik sederhana”, misal dilakukan secara berkelompok, waktu pengerjaannya dan penyelesaian proyek serta jenis-jenis penilaian yang akan dilakukan. ▪ Peserta didik mengumpulkan informasi mengenai komponen-komponen dan prinsip kerja sebuah generator listrik ▪ Peserta didik membuat rancangan proyek pembuatan generator listrik sederhana secara kolaboratif dengan guru ▪ 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><tr><th>Kegiatan</th><th>Rincian Kegiatan</th><th>Waktu</th></tr><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>Tugas proyek di rumah (di luar kelas)</td><td><ul style="list-style-type: none">▪ Memperbaiki rancangan generator listrik sederhana▪ Membuat generator listrik sederhana berdasarkan rancangan yang sudah diperbaiki▪ Mencatat proses pembuatan generator listrik sederhana</td><td>29 Mei 31 Mei 31 Mei</td></tr><tr><td>Pelaporan proyek (pertemuan keempat)</td><td><ul style="list-style-type: none">▪ Peserta didik melakukan ujicoba generator listrik sederhana▪ Peserta didik mencatat dan mengolah data hasil ujicoba▪ Membuat laporan proyek pembuatan generator listrik sederhana</td><td>01 Mei 01 Mei 02 Mei</td></tr></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)	<ul style="list-style-type: none">▪ Memperbaiki rancangan generator listrik sederhana▪ Membuat generator listrik sederhana berdasarkan rancangan yang sudah diperbaiki▪ Mencatat proses pembuatan generator listrik sederhana	29 Mei 31 Mei 31 Mei	Pelaporan proyek (pertemuan keempat)	<ul style="list-style-type: none">▪ Peserta didik melakukan ujicoba generator listrik sederhana▪ Peserta didik mencatat dan mengolah data hasil ujicoba▪ Membuat laporan proyek pembuatan generator listrik sederhana	01 Mei 01 Mei 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)	<ul style="list-style-type: none">▪ Memperbaiki rancangan generator listrik sederhana▪ Membuat generator listrik sederhana berdasarkan rancangan yang sudah diperbaiki▪ Mencatat proses pembuatan generator listrik sederhana	29 Mei 31 Mei 31 Mei											
Pelaporan proyek (pertemuan keempat)	<ul style="list-style-type: none">▪ Peserta didik melakukan ujicoba generator listrik sederhana▪ Peserta didik mencatat dan mengolah data hasil ujicoba▪ Membuat laporan proyek pembuatan generator listrik sederhana	01 Mei 01 Mei 02 Mei											
Memonitor peserta didik dan kemajuan proyek	<ul style="list-style-type: none">▪ Selama penyelesaian proyek, guru memonitor aktivitas yang penting dari peserta didik, misal:<ul style="list-style-type: none">○ waktu dan tempat pengerjaan proyek												



	<ul style="list-style-type: none"> o 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"> o menyampaikan desain/rancangan “generator listrik sederhana” o menyampaikan pelik-pelik pembuatan generator sederhana o 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 di dalamnya 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

b) Laporan Praktik Uji Coba Generator listrik sederhana

LAPORAN PENGUJIAN 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

Tahap kegiatan	Laporan Hasil pengamatan
1. Uji coba 1	
2. Uji coba 2	
3. dst....	

Catatan: sertakan hasil ujicoba yang paling baik untuk laporan.

c) Penilaian Produk

Format Penilaian Produk

Materi Pelajaran : Kelompok :
Nama Proyek : Kelas :
Alokasi Waktu :

NO	TAHAPAN	SKOR (1 – 5)*
1	Tahap Perencanaan Bahan	
2	Tahap Proses Pembuatan a. Persiapan alat dan bahan b. Teknik Pengolahan c. K3 (Keselamatan kerja, keamanan dan kebersihan)	
3	Tahap Akhir (Hasil Produk) a. Bentuk fisik b. Inovasi	
TOTAL SKOR		



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 mengakomodasi 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 2.3 Peran guru, peserta didik dan masalah dalam pembelajaran berbasis masalah dapat digambarkan sebagai berikut.

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

Tabel Tahapan-Tahapan Model PBL

FASE-FASE	PERILAKU GURU
Fase 1 Orientasi siswa kepada masalah.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menjelaskan tujuan pembelajaran, menjelaskan logistik yg dibutuhkan. ▪ Memotivasi siswa untuk terlibat aktif dalam pemecahan masalah yang dipilih.
Fase 2 Mengorganisasikan siswa.	Membantu siswa mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah tersebut.
Fase 3 Membimbing penyelidikan individu dan kelompok.	Mendorong siswa untuk mengumpulkan informasi yang sesuai, melaksanakan eksperimen untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalah.



FASE-FASE	PERILAKU GURU
Fase 4 Mengembangkan dan menyajikan hasil karya.	Membantu siswa dalam merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai seperti laporan, model dan berbagi tugas dengan teman.
Fase 5 Menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah.	Mengevaluasi hasil belajar tentang materi yang telah dipelajari /meminta kelompok presentasi hasil kerja.

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 2.4 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.



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.

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.

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.

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 mempamerkan hasil karya yang melibatkan peserta didik-peserta didik lainnya, guru-guru, orang tua, dan lainnya yang dapat menjadi “penilai” atau memberikan umpan balik.



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 b. 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 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
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

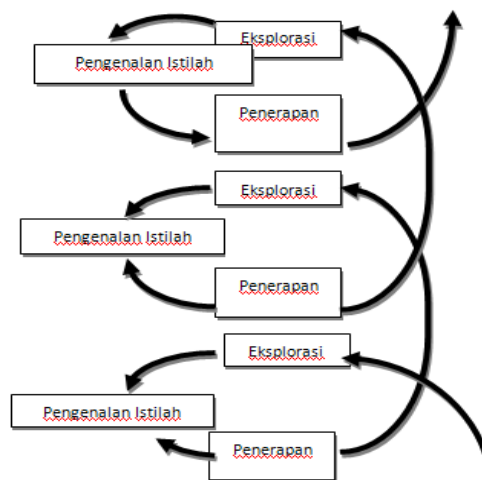


4. Model Siklus Belajar

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)

a. Tahap-tahap pada model siklus belajar

Model siklus belajar tiga fase dapat digambarkan dalam bentuk spiral seperti tampak pada Gambar 1.



Gambar 2 Bagan Siklus Belajar Jenis Spiral (Sumber : Lawson, 1995, Science Teaching and the Development of Thinking)

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).

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/penggalan informasi), *Explanation* (penjelasan), *Elaboration* (penjelasan lebih lanjut), dan *Evaluation* (evaluasi).



1. 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).

- a. 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.
- b. Pada tahap kedua (*exploration*), peserta didik diberi kesempatan untuk bekerja sama dalam kelompok-kelompok kecil untuk menguji perkiraan atau prediksi, melakukan pengamatan, mencatat hasil serta ide-ide melalui kegiatan-kegiatan seperti praktikum dan telaah literatur.
- c. 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.
- d. 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.
- e. 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 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 Aktivitas dalam Tahapan Siklus Belajar 5E

TAHAPAN	CONTOH KEGIATAN
<i>Engagement</i>	<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
<i>Exploration</i>	<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



TAHAPAN	CONTOH KEGIATAN
	<p>membantu peserta didik dalam melakukan eksperimen/penyelidikan.</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Guru memberi waktu pada peserta didik untuk memecahkan masalah
<i>Explanation</i>	<ul style="list-style-type: none">▪ Peserta didik menjelaskan pemahamannya tentang konsep dan proses yang terjadi pada aktivitas hands on▪ 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
<i>Elaboration</i>	<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 didik▪ 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
<i>Evaluation</i>	<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



TAHAPAN	CONTOH KEGIATAN
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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).

a. 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.

- Membangkitkan keingintahuan dan ketertarikan peserta didik terhadap topik yang dipelajari.
- Mengarahkan peserta didik pada pemahaman tentang penyelidikan ilmiah.
- Merangsang peserta didik untuk mengajukan pertanyaan tentang proses penyelidikan ilmiah.
- Mendorong peserta didik untuk membandingkan gagasannya dengan gagasan peserta didik lain.
- 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.

b. 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.

- Berinteraksi langsung dengan alat/bahan dan gagasan tentang materi yang dipelajari dalam kelompok diskusi.
- Mencari cara untuk memecahkan masalah atau menyusun pertanyaan.
- Memeroleh pengalaman langsung, membandingkan hasil dan gagasannya dengan hasil dan gagasan yang diperoleh peserta didik lain.
- Mengamati, mendeskripsikan, merekam dan mengkomunikasikan gagasan dan pengalamannya.
- Menyatakan pemahamannya melalui pertanyaan yang dapat diuji (hipotesis) dan penyelidikan ilmiah.

c. 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.

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

d. 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.

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

e. 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.

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



KEGIATAN 1

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!

**Kegiatan 2****PERANCANGAN PENERAPAN MODEL
PADA PEMBELAJARAN FISIKA**

Tujuan Kegiatan : Pada kegiatan ini diharapkan peserta mampu merancang pembelajaran Fisika dengan menerapkan model *project based learning*

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 *project based learning*
4. Isilah Lembar Kerja perancangan model pembelajaran sesuai dengan model yang Anda pilih

E. Latihan/Tugas**a. Latihan**

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.
 - E.
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 kesehatan serta 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
- A. membuat keputusan tentang sebuah kerangka kerja
- B. berpikir tingkat tinggi dan berpikir ilmiah
- C. bertanggungjawab untuk mengelola informasi
- D. 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...
- A. Sain-Teknologi-Masyarakat
- B. Siklus belajar 5 E
- C. *Problem base Learning*
- D. *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

	Sintak	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. Kumpulkan tugas padasesuai 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.

KUNCI/RAMBU-RAMBU JAWABAN TUGAS

RAMBU-RAMBU

Jawaban dapat di sesuaikan 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 (AB)	$90 < AB \leq 100$	<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

Pilihlah salah satu jawaban di bawah 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. 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, mempresentasikan 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 penggalan 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 saintifik
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

Modul Pedagogik Guru Pembelajar Mata Pelajaran Fisika Kelompok Kompetensi D yang berjudul Pengembangan Instrumen Penilaian 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, eksperimen, latihan dsb. Modul ini juga mengarahkan dan membimbing peserta diklat dan para widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan diklat.

Guru diharapkan secara aktif menggali informasi, memecahkan masalah dan berlatih soal-soal evaluasi yang tersedia pada modul D untuk mencapai kompetensi pada Kelompok Kompetensi D ini.

Isi modul ini masih dalam penyempurnaan, masukan-masukan atau perbaikan terhadap isi modul sangat kami harapkan.



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 Gru*. 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	:	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 keduanya 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





**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

**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 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

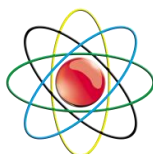
**MATA PELAJARAN FISIKA
SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)**

KELOMPOK KOMPETENSI D

FLUIDA, KALOR, DAN 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 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN FISIKA SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI D

FLUIDA, KALOR, DAN 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
Drs. Dadan Muslih, M.T.

Penata Letak
Nurul Atma Vita, S.Pd.

Copyright © 2016
*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 menggandakan sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk
kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan
Kebudayaan*

KATA SAMBUTAN

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui program Guru Pembelajar (GP) merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogi dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Guru Pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, dalam jaringan atau daring (*online*), dan campuran (*blended*) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan dan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK), dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut



adalah modul untuk program GP tatap muka dan GP online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program GP memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program GP ini untuk mewujudkan “Guru Mulia Karena Karya.”

Jakarta, Februari 2016

Direktur Jenderal

Guru dan Tenaga Kependidikan

Sumarna Surapranata, Ph.D.

NIP. 195908011985032001

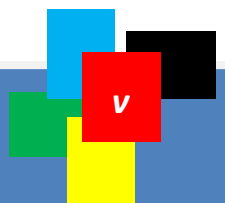
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran IPA SMP, Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*learning material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul Guru Pembelajar disusun dalam rangka fasilitasi program peningkatan kompetensi guru paska 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 Guru Pembelajar untuk masing-masing mata pelajaran dijabarkan ke dalam 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Materi pada masing-masing modul kelompok kompetensi berisi materi kompetensi pedagogi 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.

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 ke: p4tkipa@yahoo.com.

Akhirnya kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada para pengarah dari jajaran Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Manajemen, Widyaiswara, Staf PPPPTK IPA, Dosen, Guru, dan Kepala Sekolah serta Pengawas Sekolah 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 2016
Kepala PPPPTK IPA,

Dr. Sediono, M.Si.
NIP. 195909021983031002



DAFTAR ISI

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

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

KEGIATAN PEMBELAJARAN	
I. FLUIDA	5
A. Tujuan	5
B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	5
C. Uraian Materi	6
D. Aktivitas Pembelajaran	16
E. Latihan	17
F. Rangkuman	23
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	23
II. SUHU DAN KALOR	25
A. Tujuan	25
B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	25
C. Uraian Materi	25
D. Aktivitas Pembelajaran	39



E. Latihan	39
F. Rangkuman	41
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	42
III. TEORI KINETIK GAS	43
A. Tujuan	43
B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	43
C. Uraian Materi	43
D. Aktivitas Pembelajaran	53
E. Latihan	53
F. Rangkuman	58
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	60
KUNCI JAWABAN	61
EVALUASI	65
PENUTUP	71
DAFTAR PUSTAKA	77
GLOSARIUM	79

DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 2.1	Kalor Jenis (c) Beberapa Zat (pada tekanan 1 atm dan suhu 20°C, kecuali dinyatakan spesifikasinya)	30
Tabel 2.2	Kalor Jenis Gas (kkal/Kg.°C) pada tekanan (P) & volume (V) konstan	31
Tabel 2.3	Kalor Laten beberapa zat pada tekanan 1 atm	32
Tabel 2.4	Konduktivitas termal beberapa bahan	36



DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 1	Diagram alur peta kompetensi pedagogi modul D	3
Gambar 1.1	Fluida dalam tabung.	7
Gambar 1.2	Fluida pada wadah yang berbeda	8
Gambar 1.3	Fluida pada 2 tabung tertutup	9
Gambar 1.4	Gaya apung benda pada fluida	10
Gambar 1.5	Gaya apung pada benda yang tenggelam	11
Gambar 1.6	Gaya apung pada benda yang melayang	11
Gambar 1.7	Gaya apung pada benda yang terapung	12
Gambar 1.8	Aliran fluida pada pipa tabung dengan luas permukaan yang berbeda	14
Gambar 1.9	Tekanan dan kecepatan fluida yang mengalir pada tabung yang berbeda luas permukaannya.	15
Gambar 1.10	Usaha fluida yang mengalir pada tabung dengan beda ketinggian	15
Gambar 2.1	Kalor pada api unggun dan musim salju	26
Gambar 2.2	Bagian-bagian pada termometer	26
Gambar 2.3	Diagram Kalibrasi skala termometer	28
Gambar 2.4	Perbandingan skala 2 termometer	29
Gambar 2.5	Diagram perubahan wujud zat di pengaruhi kalor	32
Gambar 2.6	Aliran kalor pada 2 bahan yang berbeda	36
Gambar 3.1	Grafik hubungan antara tekanan dan volume gas pada suhu konstan	46
Gambar 3.2	Grafik hubungan antara volume gas dan suhu pada tekanan konstan	47



Gambar 3.3	Grafik hubungan antara tekanan dan suhu gas pada volume konstan	48
Gambar 3.3	Tumbukan partikel gas pada dinding kotak	49

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pengetahuan tentang fluida, gas dan kalor 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.

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.

Aspek Pengetahuan yang didapatkan dalam modul ini akan menjadi kurang berarti manakala guru belum dapat mengimbaskannya ke peserta didik. Untuk itu dalam modul ini penulis melengkapinya dengan aspek pedagogi sebagai suplemen untuk menyampaikan pengetahuan ke siswa. Aspek pedagogi yang dibahas adalah Model - model Pembelajaran pada pembelajaran IPA. Pengetahuan yang tanpa didampingi dengan keterampilan pedagogi guru akan membuat suasana proses pembelajaran menjadi kering dari makna dan siswa kurang antusias mengikutinya.



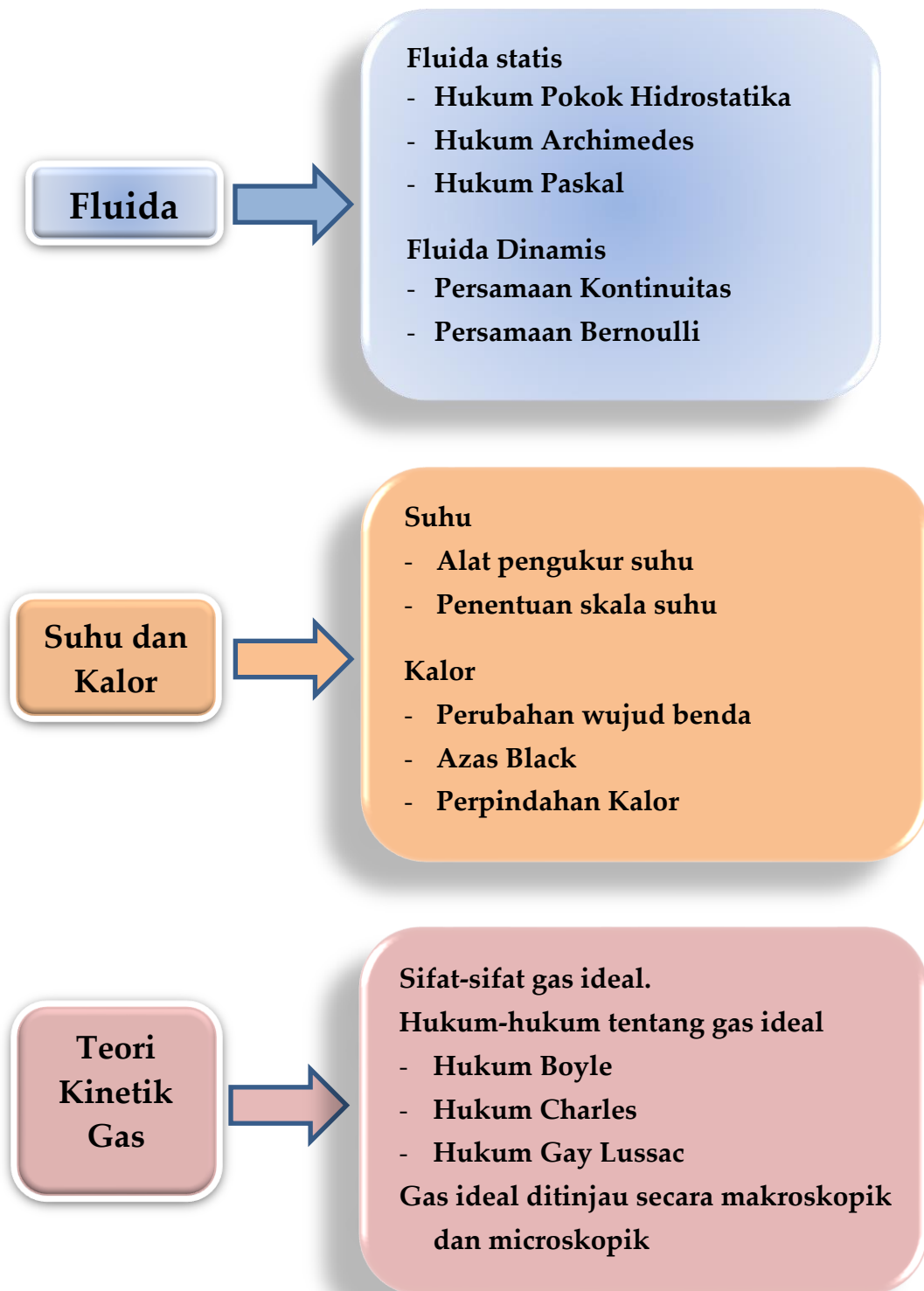
Pengetahuan fluida, gas dan kalor pada hakekatnya sama dengan pengetahuan-pengetahuan fisika lainnya, memerlukan cara berfikir sistematis, logis, dan analitis. Pengetahuan tentang fluida, kalor dan gas selalu berkembang dan semakin kompleks. Penerapannya di dalam kehidupan sehari-hari membuat sains semakin 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.

B. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini peserta diharapkan dapat memecahkan persoalan-persoalan yang berkaitan dengan masalah fluida, gas dan kalor yang dimulai dari pemahaman; fluida statis, fluida dinamis, kalor, dan teori kinetik gas.

C. Peta Kompetensi

Peta kompetensi pedagogi yang menjadi acuan dalam modul D adalah mempelajari kecerdasan spritual, model pembelajaran *discovery learning*, penggunaan media pembelajaran dan penilaian seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur peta kompetensi profesional modul D



D. Ruang Lingkup

Modul D ini membahas tentang model pembelajaran *discovery learning*, ruang lingkup pembelajarannya terdiri atas; definisi dan konsep model pembelajaran *discovery learning*, sintak model pembelajaran *discovery learning*, implementasi sintak model pembelajaran *discovery learning* dalam proses pembelajaran, khususnya pembelajaran fisika, contoh implementasi model pembelajaran *discovery learning* dan perancangan penerapan model pembelajaran *discovery learning* pada suatu kegiatan pembelajaran fisika.

Modul D ini juga membahas tentang konsep-konsep pada fluida, suhu dan kalor, dan teori kinetik gas. Dimulai dari fluida statis sampai Usaha pada gas. Selanjutnya pembaca diharapkan bisa memanfaatkan dan memecahkan masalah terkait konsep-konsep tersebut di atas dalam kehidupan sehari-hari.

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Strategi yang direkomendasikan untuk bisa menguasai seluruh materi yang disajikan dalam modul ini adalah pembaca harus mencoba memecahkan semua persoalan yang disajikan baik di dalam modul ini maupun dalam kehidupan sehari-hari. Eksperimen dalam laboratorium berkaitan dengan konsep yang disajikan sangat dianjurkan untuk dilakukan. Adapun terkait materi yang belum bisa dilakukan percobaannya pembaca dapat mencari sumber belajar lain yang relevan dengan materi dimaksud.

Untuk bagian pedagogi, khususnya materi model pembelajaran *discovery learning* yang dibahas dalam modul ini, strategi untuk menguasai konsep-konsepnya adalah dengan cara berdiskusi dengan rekan sejawat, kaji penerapannya pada setiap kompetensi dasar mata pelajaran fisika dan tanyakan kepada fasilitator jika ada permasalahan yang belum dapat dipecahkan. Selain itu, coba telaah setiap contoh yang diberikan, selanjutnya mencoba menerapkannya pada salah satu pokok bahasan/sub pokok bahasan fisika. Akhirnya penulis, mengucapkan selamat belajar dan mencoba merancang kegiatan pembelajaran dengan menerapkan model pembelajaran *discovery learning*.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

FLUIDA

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 hidrostatik 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

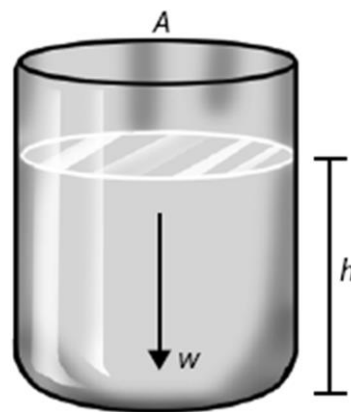


tidak akan pernah lepas dari air, tepatnya benda yang berwujud cair. Sesuatu yang kita minum, bahan bakar yang di kendaraan bahkan bumi yang luas ini 70% nya adalah cairan. Selanjutnya udara yang dihirup, sebagian bahan bakar untuk memasak adalah berbentuk gas. Artinya dalam keseharian kita tidak pernah lepas dari wujud 2 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 2 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. Tekanan Pada Fluida Statis

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



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



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.

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

$$P = W/A \quad \dots\dots\dots(1.1)$$

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 hidrostatik**. Bagaimanakah hubungan antara tekanan hidrostatik 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.

$$p = \frac{w}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{(\rho V)}{A} \quad g = \frac{\rho ghA}{A} = \rho gh$$



Berdasarkan persamaan di atas dapat disimpulkan bahwa persamaan tekanan hidrostatik adalah

$$p = \rho gh \quad \dots\dots\dots (1.2)$$

Keterangan:

P = tekanan hidrostatik (N/m²) atau Pa

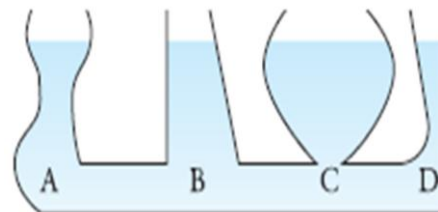
ρ = massa jenis fluida (kg/m³)

h = kedalaman fluida dari permukaan (m)

g = percepatan gravitasi (m/s²)

Berdasarkan persamaan diatas 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.



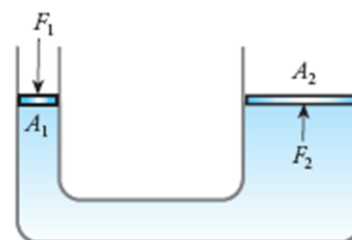
Gambar 1.2 Fluida pada wadah yang berbeda.

$$P_A = P_B = P_C = P_D$$

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 (m^2)

A_2 = luas piston 2 (m^2)

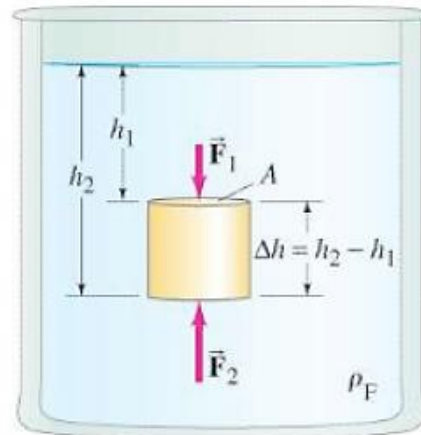
Suatu *benda* yang berada di udara akan mempunyai berat yang lebih besar bila dibandingkan ketika berada dalam suatu fluida. Ketika benda tersebut berada dalam fluida, benda tersebut akan memperoleh gaya apung dari fluida. Gaya Apung adalah gaya tekan ke atas fluida terhadap sebuah benda yang terdapat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

Gaya apung dapat terjadi karena tekanan pada fluida bertambah terhadap kedalaman. Akibatnya tekanan keatas pada permukaan bawah benda akan lebih besar daripada tekanan kebawah 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 1.4. Berdasarkan gambar tersebut kita dapat merumuskan bahwa besarnya gaya apung adalah sebagaimana persamaan 1.4 di bawah ini.

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



Gambar 1.4 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)

2. 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 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. Dengan menggunakan Hukum I Newton, kita mendapatkan persamaan 1.5.

$$F_a = \rho_f g V_b \dots\dots\dots(1.5)$$

Keterangan:

F_a = gaya apung (N)

ρ_f = massa jenis fluida (Kg/m^3)

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

Berdasarkan persamaan tersebut, maka syarat benda tenggelam adalah:

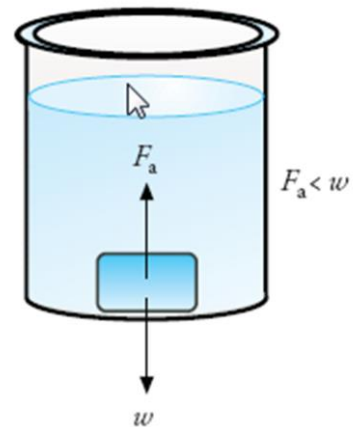
$$\rho_b > \rho_f$$

b. Melayang

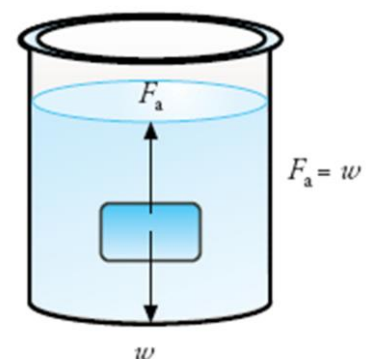
Sebuah benda dikatakan **melayang** bila posisi benda berada di tengah-tengah fluida atau benda tidak berada di dasar atau permukaan fluida. Perhatikan Gambar 1.6. Gambar tersebut memperlihatkan gaya- gaya yang bekerja pada benda yang melayang. Berdasarkan Hukum I Newton, kita mendapatkan persamaan 1.6.

$$F_a = W_b$$

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



Gambar 1.5 Gaya apung pada benda yang tenggelam



Gambar 1.6 Gaya apung pada benda yang melayang

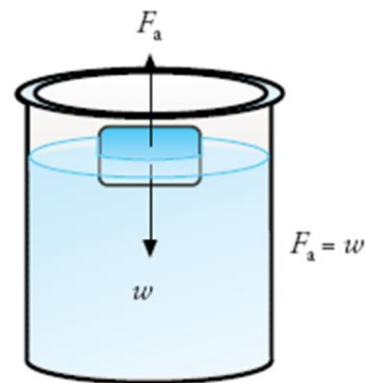


Sehingga syarat suatu benda dapat melayang adalah massa jenis benda sama dengan massa jenis fluida.

$$\rho_f = \rho_b$$

c. Terapung

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



Gambar 1.7 Gaya apung pada benda yang terapung

Perhatikan Gambar 1.7. Berdasarkan Gambar tersebut, kita dapat menuliskan persamaan 1.7.

$$\begin{aligned} F_a &= w_b \\ \rho_f g V_c &= \rho_b g V_b \\ V_c &= \frac{\rho_b}{\rho_f} V_b \end{aligned} \dots\dots\dots (1.7)$$

Keterangan:

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

V_b = Volume total benda (m^3)

Dari persamaan tersebut, agar benda terapung ada sebuah syarat yang mesti dipenuhi yaitu massa jenis benda harus lebih kecil dari massa jenis fluida.

$$\rho_b < \rho_f$$



3. Tekanan Pada Fluida Dinamis

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 laminar* dan *aliran turbulen*. Aliran laminar 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.

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

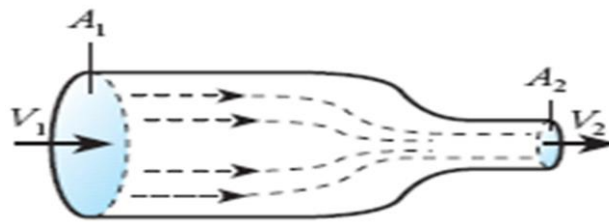
..... (1.8)

Keterangan:

Q = Debit aliran (m^3/s)

V = Volume fluida (m^3)

t = waktu aliran (s)



Gambar 1.8 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 yang dilewati fluida saat penampangnya A_1 dan l_2 adalah panjang pipa yang dilewati fluida saat penampangnya A_2 sedangkan $t_1 = t_2$ maka persamaan di atas dapat berubah menjadi

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \quad \dots\dots\dots(1.9)$$

v_1 = kecepatan aliran fluida di penampang 1 (A_1) dan v_2 adalah kecepatan aliran fluida di penampang 2 (A_2).

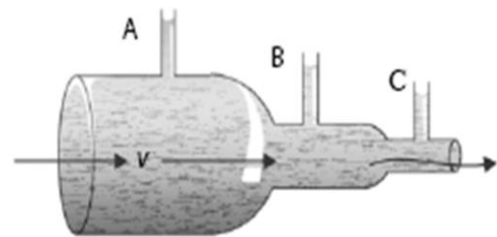
Persamaan 1.9 dikenal dengan **Persamaan Kontinuitas**.

Bukti 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

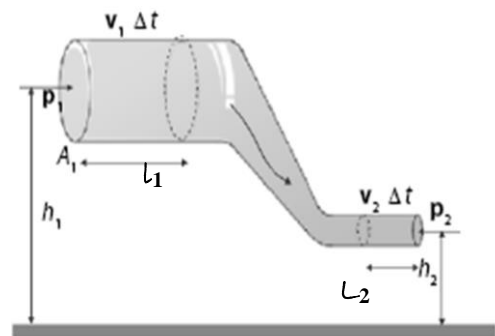


supaya luas permukaan ujung selang menjadi semakin kecil, akibatnya kecepatan air yang memancar semakin besar. Ini disebabkan debit air yang masuk harus sama dengan debit air yang keluar.

Pada bejana berhubungan seperti Gambar 1.2 permukaan fluida yang diam pada setiap tempat akan sama tinggi. Perhatikan Gambar 1.9. 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 1.9 Tekanan dan kecepatan fluida yang mengalir pada tabung yang berbeda luas permukaannya.



Gambar 1.10 Usaha fluida yang mengalir pada tabung dengan beda ketinggian

Perhatikan Gambar 1.10. 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

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



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

dimana 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 oleh W_1 dan W_2 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 didapatkan persamaan

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

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

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. Pada saat menyelesaikan kasus/latihan/tugas yang ada pada modul, peserta diklat

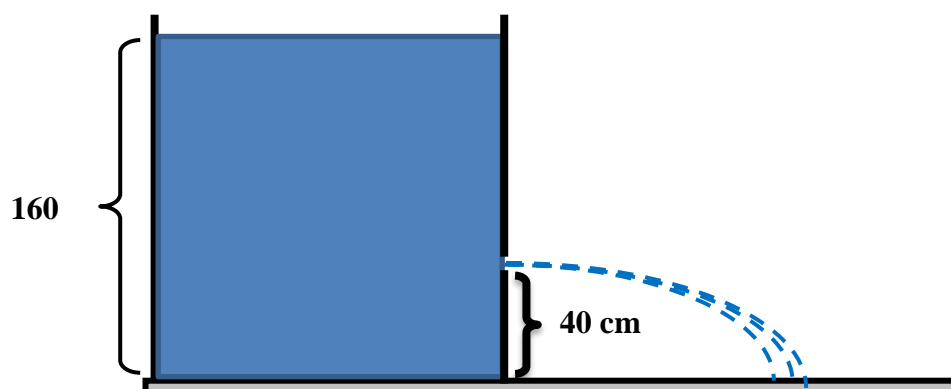


diharapkan dapat aktif berdiskusi dalam kelas/kelompoknya untuk bersama-sama memecahkan kasus/latihan/tugas tersebut.

E. Latihan

❖ Jawablah 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 sales 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 Kg/m³, He = 0,18 Kg/m³.
3. Sebuah pompa hidrolik mempunyai luas penampang tabung 1 (A_1) sebesar 1/8 m² dan $A_2 = 3/4$ m². 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!



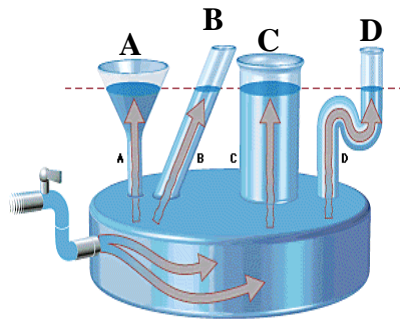


6. Bagaimana pendapat anda mengenai fluida yang terlihat pada foto di bawah ini!



Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat !

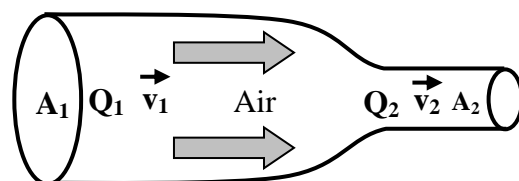
1. Tiga buah benda yang beratnya identik diletakkan diatas pasir apung. Jika luas permukaan kontak benda $A = 1 \text{ m}^2$; $B = 0,5 \text{ m}^2$ dan $C = 0,25 \text{ m}^2$, maka pernyataan yang benar untuk peristiwa di atas adalah . . .
 - A. gaya tekan benda A paling besar terhadap pasir apung
 - B. gaya tekan benda C paling besar terhadap pasir apung
 - C. benda B paling lama mengapung
 - D. benda C paling cepat tenggelam
2. Cara yang paling benar untuk menghindari kerusakan lantai akibat benda yang diletakkan di atasnya tanpa mengurangi massa benda adalah . . .
 - A. memperbesar luas permukaan kontak benda
 - B. memperbesar gaya tekan benda
 - C. memperkecil gaya tekan benda
 - D. memperkecil luas permukaan kontak
3. Jika ujung tabung A, B, C dan D diberi sekat tertutup yang dapat bergerak, pernyataan yang tepat untuk menjelaskan gambar di bawah ini adalah . . .



- A. tekanan fluida di tabung A paling besar
 - B. tekanan fluida di tabung B paling besar
 - C. tekanan fluida di tabung C paling besar
 - D. tekanan fluida di keempat tabung sama besar
4. Perhatikan Pernyataan di bawah ini! Pernyataan yang benar mengenai gaya Archimedes adalah....
- A. Gaya apung yang bekerja pada suatu benda yang dicelupkan ke dalam fluida nilainya sama dengan massa benda yang tercelup.
 - B. Gaya apung yang bekerja pada suatu benda yang dicelupkan ke dalam fluida nilainya sama dengan berat fluida yang tumpah dari wadah.
 - C. Gaya apung yang bekerja pada suatu benda yang dicelupkan ke dalam fluida nilainya sama dengan berat benda ketika ditimbang di udara.
 - D. Gaya apung yang bekerja pada suatu benda yang dicelupkan ke dalam fluida nilainya sama dengan berat benda yang tenggelam dalam fluida.
5. Syarat suatu benda dapat mengapung dalam fluida adalah. . . .
- A. $W_b = F_a$ dan $\rho_b > \rho_f$
 - B. $W_b < F_a$ dan $\rho_b < \rho_f$
 - C. $W_b = F_a$ dan $\rho_b = \rho_f$
 - D. $W_b > F_a$ dan $\rho_b > \rho_f$
6. 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. $3 \cdot 10^2 \text{ N/m}^2$
7. 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
8. 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
9. 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 N
B. 600 N
C. 1200 N
D. 12000 N
10. Pernyataan yang benar untuk menjelaskan gambar di bawah ini adalah....
A. $Q_1 = Q_2, v_1 = v_2, A_1 < A_2$
B. $Q_1 = Q_2, v_1 = v_2, A_1 > A_2$
C. $Q_1 = Q_2, v_1 < v_2, A_1 > A_2$
D. $Q_1 = Q_2, v_1 > v_2, A_1 > A_2$





11. Dibawah ini merupakan ciri-ciri fluida ideal, *kecuali*. . . .
- A. tak termampatkan
 - B. alirannya tunak
 - C. kecepatan aliran berubah-ubah
 - D. alirannya non viscous
12. 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. $16 \text{ m}^3/\text{s}$
13. 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



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 hidrostatik**. Tekanan hidrostatik 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 kendala dan tindak lanjut yang akan anda lakukan untuk bisa mencapai kompetensi tersebut.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

SUHU DAN KALOR

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”.

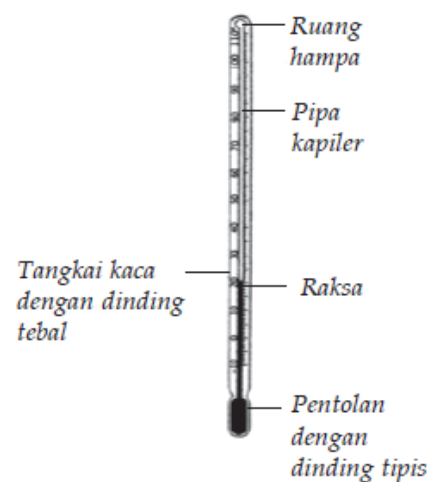


Gambar 2.1 Kalor pada api unggun dan musim salju (Sumber: samanthamartin.files.wordpress)

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.



Gambar 2.2 Bagian-bagian pada termometer.



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° , 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.

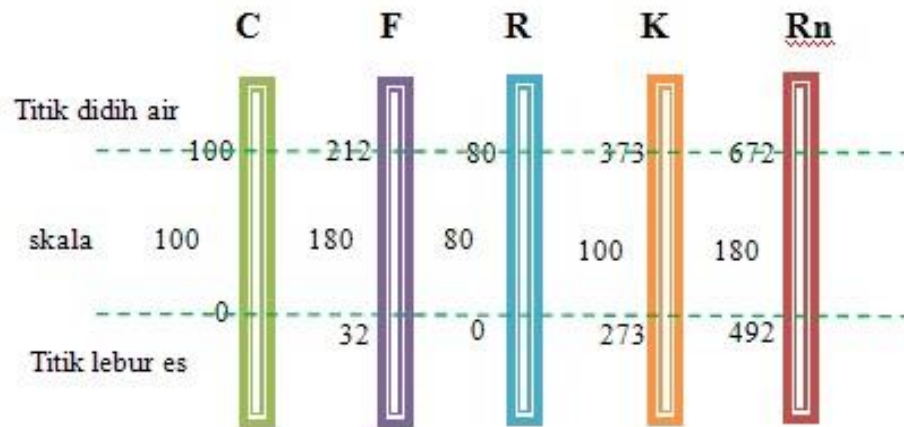
- 2) Termometer bimetal yang bekerja berdasarkan pemuaian 2 logam yang dipanaskan.
- 3) Termometer hambatan yang bekerja berdasarkan bertambahnya hambatan listrik ketika kawat logamnya dipanaskan, sehingga akan terjadi pulsa-pulsa listrik yang menunjukkan suhu yang diukur.
- 4) Termokopel yang prinsipnya 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 R_n adalah termometer lain yang akan dicari perbandingan skalanya.



Gambar 2.3 Diagram Kalibrasi skala termometer

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

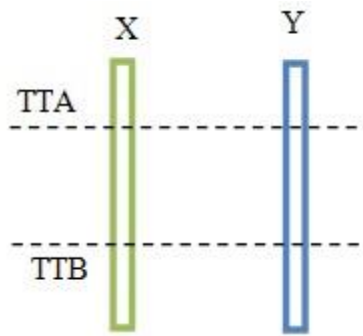
Sehingga untuk perubahan skala dari Celcius menjadi Reamur atau menjadi skala thermometer lainnya sebagai berikut.

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

atau

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

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 :

- Perubahan suhu / temperatur / derajat panas.
- Perubahan panjang ataupun perubahan volume zat tersebut.
- 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 dalah 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 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:

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

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 .

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

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. $^{\circ}\text{C}$
Alumunium	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.

$$L = Q/m \quad \dots \dots \dots (2.6)$$

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	$0,14 \cdot 10^5$	-183	51	$2,1 \cdot 10^5$
Nitrogen	-210,0	6,1	$0,26 \cdot 10^5$	-195,8	48	$2,00 \cdot 10^5$
Ethyl alkohol	-114	25	$1,04 \cdot 10^5$	78	204	$8,5 \cdot 10^5$
Amonia	-77,8	8,0	$0,33 \cdot 10^5$	-33,4	33	$1,37 \cdot 10^5$
Air	0	79,7	$3,33 \cdot 10^5$	100	539	$22,6 \cdot 10^5$
Timah hitam	327	5,9	$0,25 \cdot 10^5$	1750	208	$8,7 \cdot 10^5$
Perak	961	21	$0,88 \cdot 10^5$	2193	558	$23 \cdot 10^5$
Besi	1808	69,1	$2,89 \cdot 10^5$	3023	1520	$63,4 \cdot 10^5$
Tungsten	3410	44	$1,84 \cdot 10^5$	5900	1150	$48 \cdot 10^5$

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:

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

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).

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

$$\alpha = \frac{l - l_o}{l_o (T - T_o)} \quad \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana: α = koefisien muai panjang ($^{\circ}\text{C}$ atau $/\text{K}$)
 l = panjang benda setelah dipanaskan (m)
 l_o = panjang benda sebelum dipanaskan (m)
 T = suhu setelah dipanaskan ($^{\circ}\text{C}$ atau K)
 T_o = suhu sebelum dipanaskan ($^{\circ}\text{C}$ atau K)

Panjang benda setelah dipanaskan berdasarkan persamaan di atas adalah

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

b. Pemuaian Luas

Secara matematis luas adalah panjang x panjang, sehingga koefisien muai luas (β) didefinisikan 2α . Berdasarkan persamaan muai panjang didapatkan persamaan muai luas, yaitu:

$$\beta = \frac{\Delta A}{\Delta T A_o} \quad \text{atau} \quad \beta = \frac{A - A_o}{A_o (T - T_o)} \quad \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana: A = Luas benda setelah dipanaskan (m^2)
 A_o = Luas benda sebelum dipanaskan (m^2)



β = koefisien muai luas ($^{\circ}\text{C}$ atau $/\text{K}$)

T = suhu benda setelah dipanaskan ($^{\circ}\text{C}$ atau K)

T_0 = suhu benda sebelum dipanaskan ($^{\circ}\text{C}$ 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 . Berdasarkan persamaan muai panjang didapatkan 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 ($^{\circ}\text{C}$ atau $/\text{K}$)

T = suhu benda setelah dipanaskan ($^{\circ}\text{C}$ atau K)

T_0 = suhu benda sebelum dipanaskan ($^{\circ}\text{C}$ 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 $\frac{1}{273 \text{ K}}$ atau $\gamma = \frac{1}{273 \text{ K}}$

sehingga persamaan muai volume gas menjadi:

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

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.

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

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

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

ΔQ = jumlah aliran kalor (J)

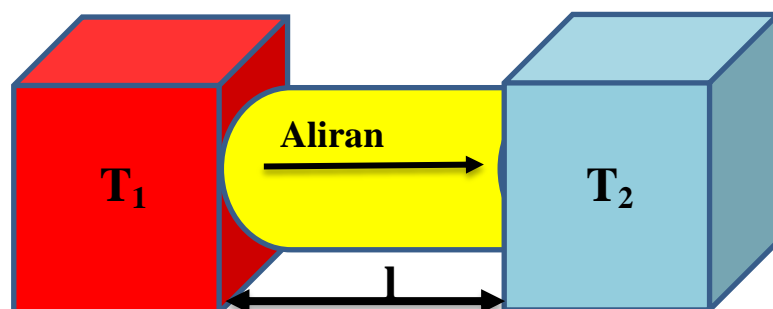
Δt = selang waktu (s)

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°C)

Tabel 2.4 Konduktivitas termal beberapa bahan

No.	Bahan	Konduktivitas termal (k) [J/s.m°C]	
		kcal/s.m.°C	J/s.m.°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:

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

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.

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

Dimana: H = laju radiasi (J/s atau Watt)

A = luas penampang benda (m^2)

T = suhu mutlak (K)

e = emisitas bahan ($0 < e \leq 1$)

σ = tetapan Stefan-Boltzmann ($5,6705119 \times 10^{-8} \text{ W/mK}^4$)

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:

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



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. Pada saat menyelesaikan kasus/latihan/tugas yang ada pada modul, peserta diklat diharapkan dapat aktif berdiskusi/berpartisipasi dalam kelas/kelompoknya untuk bersama-sama memecahkan kasus/latihan/tugas tersebut.

E. Latihan

❖ 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:
- Berapa kenaikan temperatur peluru?
 - Jika temperatur disekitarnya 20°C, apakah ada bagian peluru yang meleleh? Jika ada, seberapa banyakkah?

❖ **Pilihlah jawaban yang paling tepat!**

- Jumlah kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur 20 Kg air dari 15 °C menjadi 95°C adalah
 - $6,7 \cdot 10^6$ J
 - $6,7 \cdot 10^5$ J
 - $7,6 \cdot 10^6$ J
 - $7,6 \cdot 10^5$ J
- Sebuah bola tungsten mempunyai temperatur 25 °C dengan emisivitas e sebesar 0,350. Daya yang dipancarkan oleh bola tungsten pada radius 22 cm adalah
 - 95 Watt
 - 90 Watt
 - 85 Watt
 - 60 Watt
- 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
 - 10 lampu
 - 20 lampu
 - 22 lampu
 - 30 lampu



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".

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

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

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

7. Kalor laten merupakan kalor yang diperlukan atau dilepaskan persatuan massa pada saat terjadinya perubahan fase atau wujud. $L = Q/m$ 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 , sebab Luas = panjang x panjang.

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

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

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

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

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:

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

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

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

G.Umpa n 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

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

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:

1. 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:

Ar He = 2

Ar O = 16

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

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

4. 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:

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

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:

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

Hukum-Hukum Tentang Gas Ideal

1. 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:

$$P \propto \frac{1}{V}, \text{ maka } P.V = \text{konstan, atau } P_1.V_1 = P_2.V_2 \quad \dots\dots\dots (3.3)$$



Dimana:

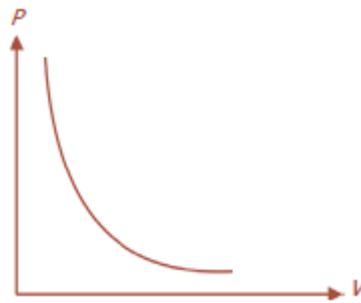
P_1 = tekanan gas mula-mula/pada keadaan 1 $[\text{N/m}^2]$

P_2 = tekanan gas akhir/pada keadaan 2 $[\text{N/m}^2]$

V_1 = volume gas mula-mula/pada keadaan 1 $[\text{m}^3]$

V_2 = volume gas akhir/pada keadaan 2 $[\text{m}^3]$

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

2. 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 $[\text{K}]$

T_2 = suhu gas akhir/pada keadaan 2 $[\text{K}]$

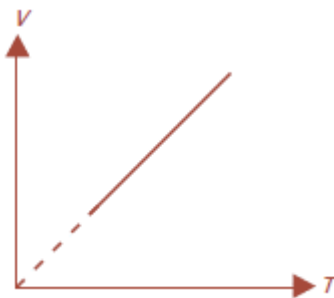
V_1 = volume gas mula-mula/pada keadaan 1 $[\text{m}^3]$

V_2 = volume gas akhir/pada keadaan 2 $[\text{m}^3]$



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



3. 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:

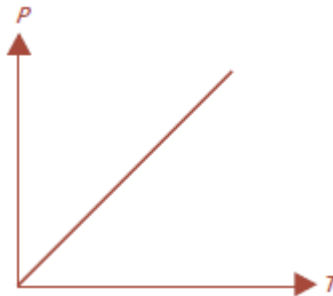
T_1 = suhu gas mula-mula/pada keadaan 1 [K]

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

4. Hukum Boyle-Gay Lussac

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

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

5. 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:

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

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:

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

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

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

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

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

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

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)

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

Persamaan di atas dikenal sebagai persamaan umum gas ideal.

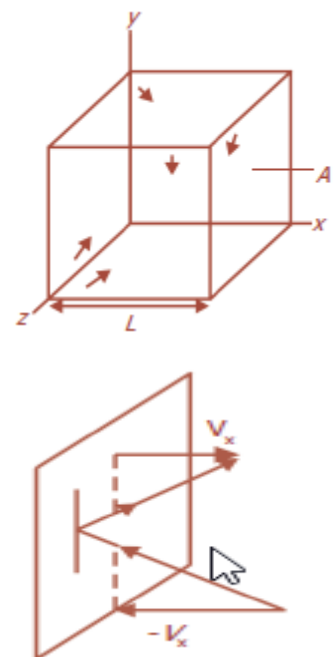
Teori Kinetik Gas

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.

1. 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:

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



Gambar 3.4 Tumbukan partikel gas pada dinding kotak

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

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

Besar tekanan gas dalam kubus adalah:

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

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

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

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

$$P = \frac{2}{3} \frac{N \cdot \overline{Ek}}{V} \dots\dots\dots (3.16)$$

Dimana:

P = tekanan gas (N/m²)

N = jumlah partikel

v = kecepatan (m/s)

m = massa partikel (kg)

V = volume gas (m³)

2. 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:

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

Dari persamaan tekanan sebelumnya kita dapatkan

$$P = \frac{2}{3} \frac{N.Ek}{V} \dots\dots\dots (3.18)$$

Sehingga dari kedua persamaan tersebut kita dapatkan persamaan

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

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

3. 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 (\bar{v}^2) partikel gas dalam ruangan adalah:

$$\bar{v}^2 = \frac{N_1 \bar{v}_1^2 + N_2 \bar{v}_2^2 + \dots + N_i \bar{v}_i^2}{N_1 + N_2 + \dots + N_i} = \frac{\sum N_i \bar{v}_i^2}{\sum N_i}$$

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

$v_{rms} = \sqrt{\bar{v}^2}$ karena $\overline{Ek} = \frac{1}{2} m \bar{v}^2 = \frac{1}{2} m \bar{v}_{rms}^2$ sehingga jika kita sandingkan dengan persamaan energi kinetik pada persamaan di atas, maka

$$\frac{1}{2} m \bar{v}_{rms}^2 = \frac{3}{2} kT \text{ sehingga } v_{rms} = \sqrt{\frac{3.k.T}{m}} \dots\dots\dots (3.21)$$

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:

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

4. 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 ekipartisi 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:

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

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:

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

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

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



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. Pada saat menyelesaikan kasus/latihan/tugas yang ada pada modul, peserta diklat diharapkan dapat aktif berdiskusi/berpartisipasi dalam kelas/kelompoknya untuk bersama-sama memecahkan kasus/latihan/tugas tersebut.

E. Latihan

❖ Jawablah Pertanyaan di bawah ini!

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



❖ **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

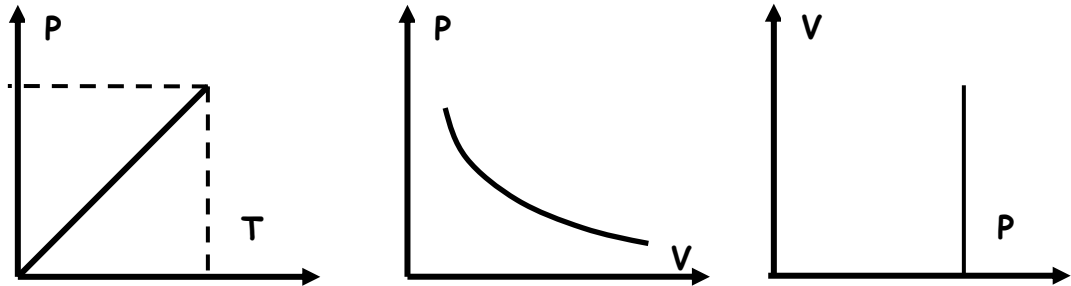
2. Diantara pernyataan berikut ini:
 - (1) jumlah partikel gas diduakalikan
 - (2) energi kinetik rata-rata partikel gas diduakalikan
 - (3) volume ruang gas diduakalikan
 - (4) kelajuan rata-rata partikel gas diduakalikanYang menyebabkan tekanan gas menjadi empat kalinya adalah
 - A. (1) dan (2)
 - 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 menjadisemula
 - A. $\frac{1}{4}$ kali
 - B. $\frac{1}{2}$ kali
 - C. 2 kali
 - D. 4 kali



5. Perhatikan grafik di bawah ini;

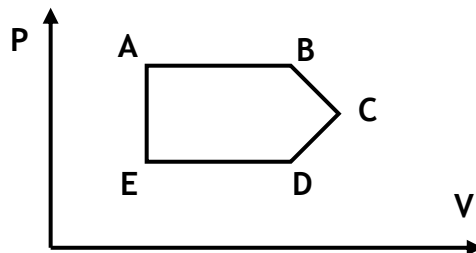


Grafik diatas adalah proses gas dalam ruang tertutup. Urutan yang benar dari kiri kekanan untuk menyatakan proses gas dari grafik diatas adalah....

- A. isokhorik, isotermik dan adiabatik
 - B. isotermik, isokhorik dan isobarik
 - C. isokhorik, isotermik dan isobarik
 - D. isokhorik, adiabtik 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

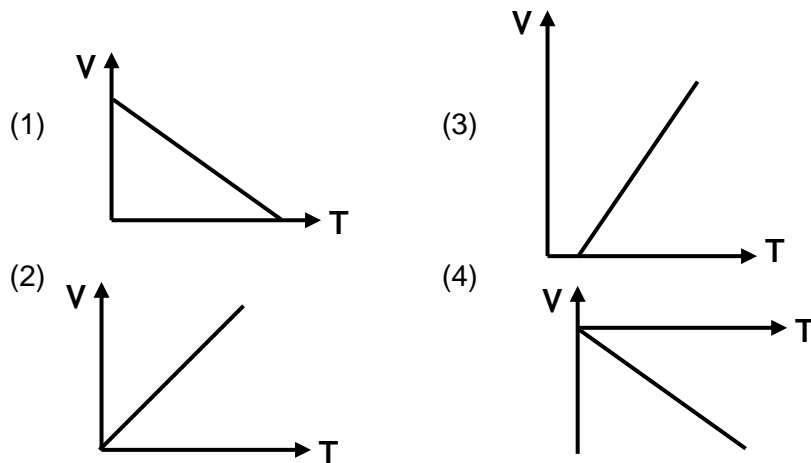


8. Jika suatu gas ideal dimampatkan secara isothermal sampai volumenya menjadi setengahnya maka
- A. tekanan dan suhu tetap
 - B. tekanan menjadi 2 kali dan suhu tetap
 - C. tekanan dan suhu menjadi 2 kalinya
 - D. tekanan menjadi 2 kali dan suhu menjadi setengahnya
9. Sejumlah gas ideal dipanaskan secara 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. $\frac{2}{3} (P_2 \cdot V_2 - P_1 \cdot V_1)$
 - B. Nol
 - C. $\frac{3}{2} (P_2 \cdot V_2 - P_1 \cdot V_1)$
 - D. $\frac{5}{2} (P_2 \cdot V_2 - P_1 \cdot V_1)$
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



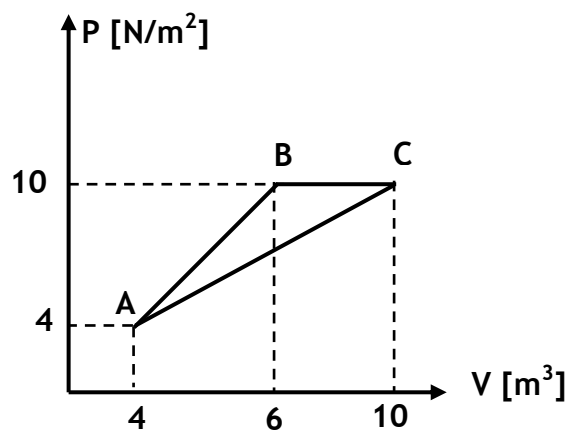


12. V dan T masing-masing menyatakan volume dan suhu mutlak partikel-partikel gas ideal di dalam ruang tertutup yang mengalami proses. Hubungan V dan T ditunjukkan dalam grafik berikut.



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. $W = 3/2 n R \Delta T$

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

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

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



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.

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

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

$$P.V = n.NA.k.T = n.R.T$$

7. Tekanan gas pada suatu wadah dapat ditentukan dengan persamaan

$$P = \frac{1}{3} \frac{N.m.\bar{v}^2}{V} \text{ atau } P = \frac{2}{3} \frac{N.\bar{Ek}}{V}$$

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

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

9. Kecepatan efektif suatu partikel gas dapat dinyatakan dengan:

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

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 $\frac{1}{2} k.T$ pada energi rata-rata partikel, sehingga energi rata-rata dapat dituliskan:

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



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

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

G.Umpa 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 LATIHAN/KASUS/TUGAS

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. $2\sqrt{6} \text{ m.s}^{-1}$ 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. $0,8^{\circ}\text{C}$
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

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....



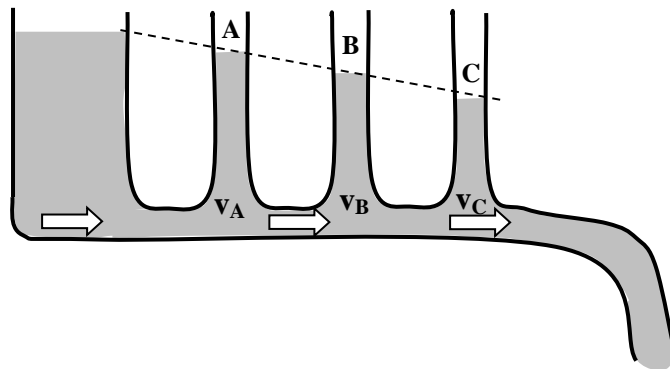
- A. 3 : 4
- B. 2 : 3
- C. 3 : 2
- D. 4 : 9

4. Berkenaan 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°C dari suhu mula-mula dibutuhkan kalor sebesar 135 kJ. Kalor jenis logam tersebut adalah
- A. $2,52 \cdot 10^3$ J/Kg. $^{\circ}\text{C}$
 - B. $2,62 \cdot 10^3$ J/Kg. $^{\circ}\text{C}$
 - C. $2,65 \cdot 10^3$ J/Kg. $^{\circ}\text{C}$
 - D. $2,72 \cdot 10^3$ J/Kg. $^{\circ}\text{C}$
10. Sampel tembaga, aluminium, 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°C diletakkan di bejana kalorimeter alumunium 100 g yang berisi 250 g gliserin dengan suhu 10°C . Jika temperatur akhir terbaca 38°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°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. $8 \cdot 10^3 \text{ Kg}$
B. $9,8 \cdot 10^3 \text{ Kg}$
C. $1,2 \cdot 10^4 \text{ Kg}$
D. $2,1 \cdot 10^4 \text{ Kg}$



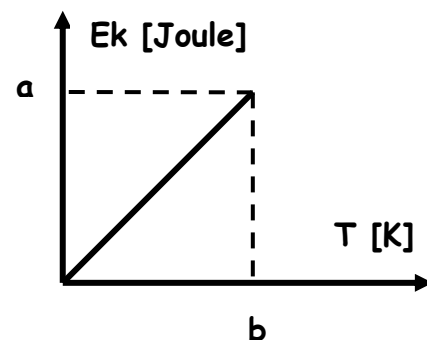
15. Menurut teori kinetik gas, tekanan gas dalam ruang tertutup:

- (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 D bagian Profesional, 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

Giancoli, Douglas C. 2001. Fisika Jilid 1. Jakarta: Erlangga

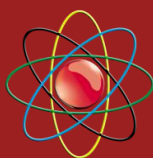
Halliday dan Resnick. 2011. Fundamental of Physics. 9th edition, United State of America: John Wiley and Sons.

Bueche, Frederick J dan Hecht, Eugene. 1997. Schaum Outline of Theory and Problems of College Physics, Ninth Edition, United State of America: McGraw-Hill

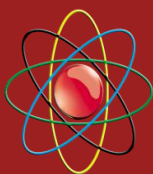
Rosen, Joe dan Quin Gothard, Lisa. 2010. Encyclopedia of Physiscal Science Volume I, China, Fact on File.Inc

GLOSARIUM

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



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



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

