

Modul Guru Pembelajar

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

KELOMPOK KOMPETENSI C

**PEDAGOGI: METODE DAN PENDEKATAN
PEMBELAJARAN IPA**

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

**PROFESIONAL: IMPULS, MOMENTUM, GERAK
MELINGKAR DAN GERAK ROTASI**

**Penulis:
Dr. Muh Yani, M.Sc.Ed.
Soni Sukendar, S.Pd., M.Si., 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

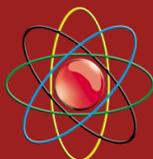
MODUL GURU PEMBELAJAR

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

KELOMPOK KOMPETENSI C

METODE DAN PENDEKATAN PEMBELAJARAN IPA

**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 C

METODE DAN PENDEKATAN PEMBELAJARAN IPA

**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 I

METODE DAN PENDEKATAN PEMBELAJARAN IPA

Penanggung Jawab

Dr. Sediono Abdullah

Penyusun

Suharto, S.Pd., M.T., 082219232707, email : suhartojago@gmail.com

Penyunting

Drs. Iwan Heryawan, M. Si.

Penelaah

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*

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

KATA SAMBUTAN

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

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

Jakarta, Februari 2016
Direktur Jenderal
Guru dan Tenaga Kependidikan

Sumarna Surapranata, Ph.D.
NIP. 195908011985031002

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.

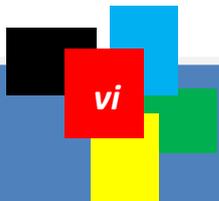


Besar harapan kami kiranya kritik, saran, dan masukan untuk lebih menyempurnakan isi materi serta sistematika modul dapat disampaikan ke PPPPTK IPA untuk perbaikan edisi yang akan datang. Masukan-masukan dapat dikirimkan melalui email para penyusun modul atau ke: p4tkipa@yahoo.com.

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 TABEL	viii
PENDAHULUAN	
	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup	3
E. Cara Penggunaan Modul	3
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1: METODE PEMBELAJARAN	
	5
METODE PEMBELAJARAN	5
A. Tujuan	5
B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	6
C. Uraian Materi	6
D. Aktivitas Pembelajaran	25
E. Latihan/Kasus/Tugas	26
F. Rangkuman	27
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	28
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2: PENDEKATAN PEMBELAJARAN FISIKA	
	29
PENDEKATAN PEMBELAJARAN FISIKA	29
B. Tujuan	29
C. Indikator Ketercapaian Kompetensi	29
D. Uraian Materi	30
E. Aktivitas Pembelajaran	55
F. Latihan/Kasus/Tugas	56
G. Rangkuman	57
H.	58
A. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	



Evaluasi	59
Penutup	67
Daftar Pustaka	69
Glosarium	71

DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1	Kompetensi guru mapel dan indikator pencapaian kompetensi	50
Tabel 1.1	Analisis metode pembelajaran pada mata pelajaran fisika	18
Table 1.2	Identifikasi judul kegiatan eksperimen, demonstrasi atau diskusi dan lembar kerja	19
Tabel 2.1	Keterkaitan antara langkah pembelajaran dengan kegiatan belajar dan maknanya	53

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Mata pelajaran Fisika perlu diajarkan untuk tujuan yang lebih khusus yaitu membekali peserta didik pengetahuan, pemahaman dan sejumlah kemampuan yang dipersyaratkan untuk memasuki jenjang pendidikan yang lebih tinggi serta mengembangkan ilmu dan teknologi. Tujuan mata pelajaran Fisika dicapai oleh peserta didik melalui berbagai pendekatan, antara lain pendekatan induktif dalam bentuk proses inkuiri ilmiah padatataran inkuiri terbuka. Proses inkuiri ilmiah bertujuan menumbuhkan kemampuan berpikir, bekerja dan bersikap ilmiah serta berkomunikasi sebagai salah satu aspek penting kecakapan hidup. Oleh karena itu pembelajaran Fisika menekankan pada pemberian pengalaman belajar secara langsung melalui penggunaan dan pengembangan keterampilan proses dan sikap ilmiah. Untuk mengembangkan keterampilan proses diperlukan pendekatan pembelajaran yang dikenal dengan pendekatan keterampilan proses. Dalam mengimplementasikan rencana pembelajaran yang sudah disusun mencapai tujuan pembelajaran digunakan cara yang berupa metode pembelajaran. Metode pembelajaran dapat juga dikatakan sebagai cara menyajikan isi pembelajaran kepada siswa untuk mencapai kompetensi tertentu. Sesuai dengan karakteristik mata pelajaran, pada pembelajaran Fisika bukan hanya metode ceramah atau diskusi saja tetapi metode eksperimen atau demonstrasi harus digunakan. Pada Permendiknas nomor 16 tahun 2007 kompetensi guru yang berkaitan dengan kompetensi inti guru yaitu: 2. Menguasai teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang mendidik. Pada Modul Guru Pembelajar Kelompok Kompetensi C ini disajikan materi tentang metode dan pendekatan 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 memahami metode-metode belajar dan pendekatan pembelajaran serta mengimplementasikannya pada pembelajaran Fisika

C. Peta Kompetensi

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

Tabel 1. Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Guru Mapel	Indikator Pencapaian Kompetensi
2.2 Menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran yang mendidik secara kreatif dalam mata pelajaran yang diampu.	2.2.1 Mendeskripsikan keterampilan proses IPA 2.2.2 Mengelompokkan keterampilan proses dasar dan keterampilan proses terpadu 2.2.3 Mengidentifikasi kegiatan Fisika yang menunjukkan keterampilan proses dasar atau keterampilan proses terpadu 2.2.4 Menganalisis keterampilan dalam pembelajaran Fisika yang menggunakan pendekatan keterampilan proses
2.2 Menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran yang mendidik secara kreatif dalam mata pelajaran yang diampu.	2.2.5 Menjelaskan metode-metode yang sesuai dengan pembelajaran IPA 2.2.6 Menjelaskan kelebihan atau kekurangan penerapan suatu metode dalam pembelajaran IPA 2.2.7 Mengidentifikasi jenis metode pembelajaran yang sesuai karakteristik suatu konsep IPA



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 C, tujuan belajar, kompetensi guru yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, ruang lingkup dan saran penggunaan modul. Bagian kegiatan pembelajaran yang 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.

Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut

1. Pendekatan Keterampilan Proses
2. Metode-Metode Pembelajaran IPA

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Cara penggunaan modul pada setiap Kegiatan Pembelajaran secara umum sesuai dengan skenario setiap penyajian mata diklat. Langkah –langkah pembelajaran secara umum adalah sebagai berikut.

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

2. Mengkaji materi pembelajaran

Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada peserta untuk mempelajari materi pembelajaran 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.

KEGIATAN PEMBELAJARAN

METODE PEMBELAJARAN

Berbagai inovasi dalam pendidikan sains seperti pendekatan dalam pembelajaran timbul dalam kurun waktu terakhir ini. Hal ini merupakan upaya untuk membelajarkan peserta didik sehingga dapat belajar secara optimal. Banyak ragam inovasi dalam pembelajaran dikembangkan, seringkali dikaitkan dengan suatu teori belajar tertentu atau mengantisipasi arah perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di masa datang. Secara umum pengkajian terhadap suatu kecenderungan atau inovasi dalam pendidikan sains dapat kita telaah dengan memperhatikan aspek filosofis, karakteristik, dan ciri pokok, serta implikasinya dalam praktek.

Permasalahan yang timbul akhir-akhir ini dalam kaitannya dengan mengaktifkan peserta didik, adalah apa yang diinginkan dengan metode aktif masih belum tampak dampaknya dalam kegiatan pendidikan di sekolah. Dalam peningkatan kualitas pendidikan, pembelajaran aktif perlu dilaksanakan. Beberapa guru menganggap bahwa peserta didik dikatakan aktif bila peserta didik terlibat dalam pemecahan masalah, meskipun macam masalah tersebut belum jelas bagi guru. Beberapa guru yang lain menganggap anak harus berpikir sendiri, untuk itu tidak boleh ditolong atau dibimbing (Dahar, 1991:12).

A. Tujuan

Setelah Anda membaca dan mempelajari modul ini, Anda diharapkan dapat memahami prinsip-prinsip metode-metode pembelajaran IPA, memahami kegiatan pembelajaran Fisika menggunakan suatu metode tertentu yang sesuai dan mampu merancang kegiatan pembelajaran Fisika menggunakan metode pembelajaran yang sesuai



B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

Indikator hasil belajar yang diharapkan dapat Anda capai adalah sebagai berikut.

1. menjelaskan pengertian metode pembelajaran
2. mendeskripsikan langkah-langkah suatu metode pembelajaran
3. mengidentifikasi metode pembelajaran yang sesuai untuk suatu materi pembelajaran Fisika
4. merancang kegiatan pembelajaran fisika sesuai dengan metode pembelajaran yang telah dipilih

C. URAIAN MATERI

Metode Pembelajaran adalah cara yang digunakan oleh guru dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar di kelas sebagai upaya untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan, sedangkan dalam buku Wina Sanjaya (2008:147) disebutkan bahwa metode adalah cara yang digunakan untuk mengimplementasikan rencana yang sudah disusun dalam kegiatan nyata agar tujuan yang telah disusun tercapai secara optimal.

Pada modul ini akan diuraikan beberapa metode pembelajaran yang dapat digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran Fisika yang telah ditetapkan, diantaranya: (1) ceramah; (2) demonstrasi; (3) eksperimen; (4) diskusi; (5) bermain peran, (6) simulasi dan (7) permainan. Pada pelaksanaannya metode ini dapat dipilih guru sesuai dengan karakteristik materi/topik dalam mata pelajaran Fisika. Metode yang dipilih harus mempermudah para siswa menyerap materi ajar dan mencapai kompetensi yang diharapkan secara optimal.

1. Metode Pembelajaran Fisika

Metode-metode yang dibahas pada modul ini adalah metode yang biasa digunakan dalam kegiatan pembelajaran Fisika

a. Metode Ceramah

Metode ceramah merupakan metode pembelajaran dengan menyampaikan informasi dan pengetahuan secara lisan kepada sejumlah siswa yang pada umumnya mengikuti secara pasif. Metode ini berbentuk penjelasan konsep, prinsip, fakta dan pada biasanya diakhir pembelajaran ditutup dengan tanya



jawab antara guru dan siswanya. Penggunaan metode ceramah pada pembelajaran disertai dengan teknik bertanya, sehingga tetap terjadi interaksi antara guru dan siswa atau antara siswa dan siswa. Penggunaan pertanyaan harus bervariasi sesuai jenisnya seperti pertanyaan konvergen, divergen, pertanyaan kategori keterampilan proses dan keterampilan berpikir sesuai dengan konsep IPA yang disajikan, teknik mengajukan pertanyaan juga harus memperhatikan situasi kelas. Agar penyajian ceramah di kelas dapat diserap oleh siswa seoptimal mungkin, maka seorang guru harus mempersiapkan langkah-langkahnya secara sistematis.

1) Keunggulan Metode Ceramah

Metode ceramah memiliki keunggulan sebagai berikut:

- a) materi yang disampaikan dapat lebih banyak dibandingkan dengan metode-metode yang lain;
- b) tidak banyak memerlukan peralatan laboratorium;
- c) bila disiapkan dengan baik misalnya menggunakan model pembelajaran *direct instruction* dapat membangkitkan aktivitas siswa.
- d) Guru mudah menguasai kelas
- e) Mudah mengorganisasikan tempat duduk / kelas
- f) Dapat diikuti oleh siswa dalam jumlah besar
- g) Mudah mempersiapkan dan melaksanakannya
- h) Guru mudah menerangkan pelajaran dengan baik

2) Kelemahan-kelemahan Metode Ceramah

Metode ceramah memiliki kelemahan sebagai berikut:

- a) kalau penyajian *Teacher Centre* dan siswa sama sekali tidak dilibatkan, maka materi yang disajikan mudah terlupakan karena siswa hanya mendengar saja.
- b) akibat siswa tidak aktif maka siswa menjadi mengantuk, memikirkan yang lain-lain, atau mencari kegiatan-kegiatan lain seperti berbicara dengan teman yang lain atau mengganggu temannya.
- c) Keberhasilan siswa tidak terukur
- d) Perhatian dan motivasi siswa sulit diukur
- e) Peran serta siswa dalam pembelajaran rendah



- f) Pembicara sering melantur
- g) Bila sering digunakan dan terlalu lama membosankan

3) Langkah-langkah penggunaan

- a) Tahap Persiapan
 - Merumuskan tujuan yang ingin dicapai
 - Menentukan pokok-pokok materi yang akan diceramahkan
- b) Tahap Pelaksanaan
 - (1). Langkah pembukaan
 - Yakinkan siswa memahami tujuan yang akan dicapai
 - Lakukan langkah apersepsi yaitu langkah menghubungkan materi pelajaran yang lalu dengan materi pelajaran yang akan disampaikan
 - (2). Langkah penyajian
 - Menjaga kontak mata secara terus-menerus dengan siswa
 - Gunakan bahasa yang komunikatif dan mudah dicerna oleh siswa
 - Sajikan materi pembelajaran secara sistematis, tidak meloncat-loncat, agar mudah ditangkap oleh siswa
 - Tanggapi respons siswa dengan segera
 - Jagalah agar kelas tetap kondusif dan menggairahkan untuk belajar
 - (3). Langkah mengakhiri atau menutup ceramah
 - Membimbing siswa untuk menarik kesimpulan atau merangkum materi pelajaran yang baru saja disampaikan
 - merangsang siswa untuk dapat menanggapi atau member semacam ulasan tentang materi pembelajaran yang telah disampaikan
 - melakukan evaluasi untuk mengetahui kemampuan siswa menguasai materi pembelajaran yang baru saja disampaikan.

b. Metode Demonstrasi

Metode demonstrasi didefinisikan sebagai metode mengajar dengan menggunakan peragaan untuk memperjelas suatu pengertian atau untuk



memperlihatkan bagaimana berjalannya atau bekerjanya suatu proses atau langkah-langkah kerja dari suatu alat atau instrumen tertentu kepada siswa. Untuk memperjelas pengertian tersebut dalam prakteknya dapat dilakukan oleh guru atau anak didik itu sendiri. Metode demonstrasi cukup baik apabila digunakan dalam penyampaian bahan pelajaran sains dan teknologi.

Berdasarkan tujuannya demonstrasi dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

- 1) demonstrasi proses yaitu metode yang mengajak siswa memahami langkah demi langkah suatu proses;
- 2) demonstrasi hasil yaitu metode untuk memperlihatkan atau memperagakan hasil dari sebuah proses.

Metode demonstrasi di dalam pembelajaran Fisika adalah metode dimana guru menyajikan suatu percobaan Fisika di depan kelas atau di tempat yang dapat dilihat oleh seluruh siswa. Setelah mengikuti demonstrasi baik demonstrasi proses maupun demonstrasi hasil, siswa akan memperoleh pengalaman belajar langsung setelah melihat atau melakukan pengamatan sendiri apa yang didemonstrasikan.

Ada beberapa alasan pemilihan metode demonstrasi pada pembelajaran Fisika, yaitu jika:

- peralatan dan bahan yang tersedia di laboratorium tidak memadai untuk eksperimen;
- menggunakan bahan praktikum yang berbahaya;
- menggunakan alat-alat yang tidak boleh dioperasikan oleh siswa;
- konsep yang didapat dari percobaan harus dijelaskan tahap demi tahap.

1) Keunggulan Metode Demonstrasi

Metode demonstrasi memiliki keunggulan sebagai berikut:

- a) tidak banyak memerlukan peralatan laboratorium;
- b) penggunaan bahan praktikum tidak boros;
- c) pengembangan konsep terarah;
- d) konsep yang dipelajari akan lebih mudah diingat karena siswa melihat fakta-fakta secara langsung.
- e) Membuat pengajaran menjadi lebih jelas dan lebih konkret
- f) Siswa lebih mudah memahami apa yang dipelajari



- g) Proses pengajaran lebih menarik
- h) Siswa dirangsang untuk aktif mengamati, menyesuaikan antara teori dengan kenyataan

2) Kelemahan-kelemahan Metode Demonstrasi

Metode demonstrasi memiliki kelemahan sebagai berikut:

- a) Jika siswa sama sekali tidak diberikan pertanyaan-pertanyaan tentang hal-hal yang akan terjadi pada kegiatan demonstrasi, maka materi yang didemonstrasikan hanya merupakan tontonan;
- b) Jika sajian demonstrasi tidak dapat dilihat oleh semua siswa, maka materi ajar tetap saja tidak terserap dengan baik;
- c) Siswa tidak terlatih dalam keterampilan penggunaan alat.
- d) Memerlukan keterampilan guru secara khusus
- e) Fasilitas seperti peralatan, tempat dan biaya yang memadai tidak selalu tersedia dengan baik
- f) Memerlukan kesiapan dan perencanaan yang matang disamping memerlukan waktu yang cukup panjang

Untuk menerapkan metode demonstrasi pembelajaran IPA, ada beberapa persyaratan yang harus dilakukan, diantaranya:

- peralatan dan bahan yang sudah tersedia di depan kelas atau di laboratorium;
- peralatan dan bahan yang digunakan ukurannya atau volumenya memadai untuk dilihat oleh seluruh siswa;
- memperhatikan keselamatan kerja;
- guru menyajikan demonstrasi dengan teknik bertanya yang tepat.
- semua media yang di gunakan telah di tempatkan pada posisi yang baik, hingga semua siswa dapat melihat semuanya dengan jelas
- diikuti dengan aktivitas dimana para siswa dapat ikut bereksperimen dan menjadikan aktifitas demonstrasi pengalaman pribadinya.

c. Metode Eksperimen

Eksperimen dapat didefinisikan sebagai kegiatan terperinci yang direncanakan untuk menghasilkan data untuk menjawab suatu masalah atau menguji suatu hipotesis. Tujuan metode eksperimen dalam pembelajaran



diantaranya peserta didik dapat mengamati fakta/fenomena, mengumpulkan data dari percobaan, mengolah data menjadi informasi, mampu merancang, mempersiapkan, melakukan dan melaporkan percobaan serta melatih penggunaan logika berpikir induktif untuk menarik kesimpulan dari fakta-fakta, informasi atau data yang diperoleh dari percobaan. Suatu eksperimen akan berhasil jika variabel yang dimanipulasi dan jenis respon yang diharapkan dinyatakan secara jelas dalam suatu hipotesis, juga penentuan kondisi-kondisi yang akan dikontrol sudah tepat.

Melatihkan merencanakan eksperimen tidak harus selalu dalam bentuk penelitian yang rumit, tetapi cukup dilatihkan dengan menguji hipotesis-hipotesis yang berhubungan dengan konsep-konsep di dalam standar kompetensi mata pelajaran, kecuali untuk melatih khusus siswa-siswa dalam kelompok tertentu. Contohnya Kelompok Ilmiah Remaja.

Metode eksperimen dipilih sebagai metode pembelajaran Fisika jika konsep Fisika harus dipelajari melalui fakta-fakta yang dapat ditemukan oleh siswa. Melalui eksperimen pengembangan inkuiri lebih banyak, siswa berlatih lebih banyak menggunakan keterampilan proses, dan berlatih kemampuan psikomotornya melalui teknik-teknik penggunaan alat-alat dan merangkai alat pada suatu percobaan.

1) **Keunggulan-Keunggulan Metode Eksperimen**

- a) Fakta atau data yang diperoleh siswa secara langsung mudah diingat
- b) Guru dapat berkeliling kelas sambil melakukan penilaian terhadap sikap dan psikomotor
- c) Melatih kerja sama pada diri siswa karena metode eksperimen di sekolah biasanya dilakukan secara berkelompok

2) **Kelemahan-Kelemahan Metode Eksperimen**

- a) Memerlukan bahan dan alat praktik yang banyak
- b) Kalau siswa tidak diawasi dengan baik kadang-kadang ada yang main-main di kelompoknya
- c) Memerlukan waktu belajar yang lebih lama dari pada metode demonstrasi

Untuk menerapkan metode eksperimen pada pembelajaran IPA, ada beberapa persyaratan yang harus diperhatikan, diantaranya :



- peralatan dan bahan yang tersedia di laboratorium harus memadai untuk eksperimen;
- menggunakan bahan praktikum yang tidak berbahaya;
- menggunakan peralatan yang aman bagi keselamatan dan mudah digunakannya.
- Perlu petunjuk yang jelas karena dalam melakukan eksperimen siswa sedang belajar dan berlatih

d. Metode Diskusi

Diskusi merupakan situasi dimana diantara siswa dengan siswa atau siswa dengan guru terjadi tukar menukar informasi, ide atau pendapat untuk memecahkan suatu masalah. Metode diskusi memungkinkan adanya interaksi antara siswa atau siswa dengan guru untuk menganalisa, memecahkan masalah, menggali atau memperdebatkan topik atau permasalahan tertentu. Metode ini menghadapkan siswa pada suatu permasalahan sehingga metode ini bertujuan untuk memecahkan permasalahan, menjawab pertanyaan, menambah dan memahami pengetahuan siswa, serta untuk membuat suatu keputusan (Killen dalam Sanjana, 2008:154)

Tujuan diskusi adalah untuk mereviu apa yang telah siswa pelajari, mendorong siswa untuk merefleksikan ide mereka atau pendapat mereka, menggali isu-isu, memecahkan masalah dan meningkatkan keterampilan komunikasi secara langsung atau bertemu muka.

Metode diskusi sangat tepat digunakan untuk mengembangkan kemampuan siswa dalam bekerjasama untuk memecahkan masalah serta melatih siswa untuk mengeluarkan pendapat secara lisan. Adapun dalam pelaksanaan metode diskusi, guru harus benar-benar mampu mengorganisasikan siswa sehingga diskusi dapat berjalan seperti yang diharapkan. Menurut Bridges (1979) dalam pelaksanaan metode diskusi, guru harus mengatur kondisi yang memungkinkan agar:

- Setiap siswa dapat berbicara mengeluarkan gagasan dan pendapatnya.
- Setiap siswa harus saling mendengar pendapat orang lain.
- Setiap harus dapat mengumpulkan atau mencatat ide-ide yang dianggap penting.



- Melalui diskusi setiap siswa harus dapat mengembangkan pengatahuannya serta memahami isu-isu yang dibicarakan dalam diskusi.

1) Jenis Metode Diskusi

a) Metode Diskusi Kelas

Metode diskusi umum (diskusi kelas) bertujuan untuk tukar menukar gagasan, pemikiran, informasi/pengalaman diantara peserta, sehingga dicapai kesepakatan pokok-pokok pikiran (gagasan/kesimpulan). Untuk mencapai kesepakatan tersebut, para peserta dapat saling beradu argumentasi untuk meyakinkan peserta lainnya. Kesepakatan pikiran inilah yang kemudian ditulis sebagai hasil diskusi. Diskusi biasanya digunakan sebagai bagian yang tak terpisahkan dari penerapan berbagai metode lainnya, seperti: penjelasan (ceramah), curah pendapat, diskusi kelompok, dan permainan.

b) Metode Diskusi Kelompok Kecil

Sama seperti diskusi umum, diskusi kelompok adalah pembahasan suatu topik dengan cara tukar pikiran antara dua orang atau lebih, dalam kelompok-kelompok kecil, yang direncanakan untuk mencapai tujuan tertentu. Metode ini dapat membangun suasana saling menghargai perbedaan pendapat dan juga meningkatkan partisipasi peserta yang masih belum banyak berbicara dalam diskusi yang lebih luas. Tujuan penggunaan metode ini adalah mengembangkan kesamaan pendapat atau kesepakatan atau mencari suatu rumusan terbaik mengenai suatu persoalan. Setelah diskusi kelompok, proses dilanjutkan dengan diskusi pleno.

c) Simposium

Metode yang memaparkan suatu seri pembicara dalam berbagai kelompok topik dalam bidang materi tertentu. Materi-materi tersebut disampaikan oleh ahli dalam bidangnya, setelah itu peserta dapat menyampaikan pertanyaan dan sebagainya kepada pembicara. Sebuah simposium hampir menyerupai panel, karena simposium harus pula terdiri atas beberapa pembicara sedikitnya dua orang. Tetapi symposium berbeda dengan panel didalam cara pembahasan persoalan. Sifatnya lebih formal. Seorang anggota symposium terlebih



dulu menyiapkan pembicaraannya menurut satu titik pandangan tertentu. Terhadap sebuah persoalan yang sama diadakan pembahasan dari berbagai sudut pandangan dan disoroti dari titik tolak yang berbeda-beda.

d) Diskusi panel

Diskusi panel adalah pembahasan suatu masalah yang dilakukan oleh beberapa orang panelis yang biasanya terdiri dari 4-5 orang di hadapan audiens. Diskusi panel berbeda dengan diskusi lainnya. Dalam diskusi panel audiens tidak terlibat langsung tetapi berperan hanya sekedar peninjau para panelis yang sedang melaksanakan diskusi. Oleh sebab itu, agar diskusi panel efektif perlu digabungkan dengan metode lain, misalnya dengan metode penugasan. Siswa disuruh untuk merumuskan hasil pembahasan dalam diskusi.

1) Kelebihan metode diskusi

- metode diskusi dapat merangsang siswa untuk lebih kreatif khususnya dalam memberikan gagasan dan ide-ide
- dapat melatih untuk membiasakan diri bertukar pikiran dalam mengatasi setiap permasalahan
- dapat melatih siswa untuk dapat mengemukakan pendapat atau gagasan secara verbal dan melatih siswa untuk menghargai pendapat orang lain

2) Kelemahan metode diskusi

- sering terjadi pembicaraan dalam diskusi dikuasai oleh 2 atau 3 orang siswa yang memiliki keterampilan bicara
- kadang-kadang pembahasan dalam diskusi meluas, sehingga kesimpulan menjadi kabur
- memerlukan waktu yang cukup panjang, yang kadang-kadang tidak sesuai dengan yang direncanakan
- dalam diskusi sering terjadi perbedaan pendapat yang bersifat emosional yang tidak terkontrol.

e) Metode Tanya Jawab

Metode tanya jawab merupakan cara penyajian pelajaran dalam bentuk pertanyaan yang harus dijawab terutama dari guru kepada



siswa, tetapi dapat pula dari siswa kepada guru (Syaiful Bahri Djamarah 2000: 107). Metode ini dipandang lebih baik dari pada metode pembelajaran konvensional yaitu metode ceramah. Alasannya karena metode ini dapat merangsang siswa untuk berfikir dan berkreaitivitas dalam proses pembelajaran. Metode Tanya jawab juga dapat digunakan untuk mengukur atau mengetahui seberapa jauh materi atau bahan pengajaran yang telah dikuasai oleh siswa.

1) Kelebihan metode tanya jawab

- Lebih mengaktifkan siswa dibandingkan dengan metode ceramah
- Siswa akan lebih cepat mengerti , karena memberi kesempatan siswa untuk menanyakan hal-hal yang belum jelas atau belum dimengerti sehingga guru dapat menjelaskan kembali
- Mengembangkan keberanian dan keterampilan siswa dalam menjawab dan mengemukakan pendapat
- Mengetahui perbedaan pendapat anatar siswa dan guru , dan akan membawa kearah suatu diskusi
- Pertanyaan dapat menarik dan memusatkan perhatian siswa

2) Keterbatasan metode tanya jawab

- Menyita waktu lama dan jumlah siswa harus sedikit
- Mempersyaratkan siswa memiliki latar belakang yang cukup tentang topik atau masalah yang didiskusikan
- Dapat menimbulkan beberapa masalah baru
- Mudah menyimpang dari pokok persoalan
- Metode ini tidak tepat digunakan pada tahap awal proses belajar bila siswa baru diperkenalkan kepada bahan pembelajaran yang baru
- **Apatis** bagi siswa yang tidak terbiasa dalam forum

3) Langkah-langkah penggunaan metode Tanya jawab

- Merumuskan tujuan Tanya jawab se jelasnya dalam bentuk khusus dan berpusat pada tingkah laku anak didik
- Mencari alasan pemilihan metode Tanya jawab
- Menetapkan kemungkinan pertanyaan yang akan dikemukakan



- Menetapkan kemungkinan jawaban untuk menjaga agar tidak menyimpang dari pokok persoalan
- Menyediakan kesempatan bertanya oleh anak didik.

f) Metode Bermain Peran (*Role-Play*)

Bermain peran pada prinsipnya merupakan metode untuk ‘memerankan’ berbagai peran yang ada dalam dunia nyata ke dalam suatu ‘pertunjukan peran’ di dalam kelas/pertemuan, yang kemudian dijadikan sebagai bahan refleksi agar peserta memberikan penilaian terhadap keunggulan maupun kelemahan masing-masing peran tersebut, dan kemudian memberikan saran/ alternatif pendapat bagi pengembangan peran-peran tersebut. Metode ini lebih menekankan terhadap masalah yang diangkat dalam ‘pertunjukan’, dan bukan pada kemampuan pemain dalam melakukan permainan peran.

g) Metode Pemberian Tugas dan Resitasi

Metode pemberian tugas dan resitasi adalah metode pembelajaran yang dilakukan dengan memberikan tugas tertentu kepada siswa untuk dikerjakan dan hasilnya dapat dipertanggungjawabkan. Tugas yang diberikan guru dapat memperdalam materi pelajaran dan dapat pula mengevaluasi materi yang telah dipelajari.

Keunggulan-keunggulan metode tugas dan resitasi adalah sebagai berikut.

- Baik sekali untuk mengisi waktu luang dengan hal-hal yang konstruktif.
- Memupuk rasa tanggung jawab dalam segala tugas sebab dalam strategi ini siswa harus mempertanggung jawabkan segala sesuatu (tugas) yang telah dikerjakan.
- Menanamkan kebiasaan untuk giat belajar kepada siswa
- Memberikan tugas siswa untuk sifat yang praktis.

Kelemahan-kelemahan metode tugas dan resitasi adalah sebagai berikut.

- Tidak jarang pekerjaan yang ditugaskan itu diselesaikan dengan meniru pekerjaan orang lain.



- Karena perbedaan individu, maka tugas apabila diberikan secara umum mungkin beberapa orang diantaranya merasa sukar sedangkan sebagian lainnya merasa mudah menyelesaikan tugas tersebut.
- Apabila tugas diberikan, lebih-lebih bila itu sukar dikerjakan, maka ketenangan mental para siswa menjadi terpengaruh.

h) Metode Simulasi

Metode simulasi adalah bentuk metode praktik yang sifatnya untuk mengembangkan keterampilan peserta belajar (keterampilan mental maupun fisik/teknis). Metode ini memindahkan suatu situasi yang nyata kedalam kegiatan atau ruang belajar karena adanya kesulitan untuk melakukan praktik di dalam situasi yang sesungguhnya, misalnya: sebelum melakukan praktik penerbangan, seorang siswa sekolah penerbangan melakukan simulasi penerbangan terlebih dahulu (belum benar-benar terbang). Situasi yang dihadapi dalam simulasi ini harus dibuat seperti benar-benar merupakan keadaan yang sebenarnya (replikasi kenyataan). Contoh lainnya, dalam sebuah pelatihan fasilitasi, seorang peserta melakukan simulasi suatu metode belajar seakan-akan tengah melakukannya bersama kelompok dampingannya. Dalam contoh yang kedua, metode ini memang mirip dengan bermain peran. Namun dalam simulasi, peserta lebih banyak berperan sebagai dirinya sendiri saat melakukan suatu kegiatan/tugas yang benar-benar akan dilakukannya.

i) Metode Permainan (*games*)

Permainan (*games*), populer dengan berbagai sebutan antara lain pemanasan (*ice-breaker*) atau penyegaran (*energizer*). Arti harfiah *ice-breaker* adalah 'pemecah es'. Jadi, arti pemanasan dalam proses belajar adalah pemecah situasi kebekuan pikiran atau fisik peserta. Karakteristik permainan adalah menciptakan suasana belajar yang menyenangkan (*fun*) serta serius tapi santai. Permainan digunakan untuk penciptaan suasana belajar dari pasif ke aktif, dari kaku menjadi dinamis (akrab), dan dari jenuh menjadi riang (segar). Metode ini diarahkan agar tujuan belajar dapat dicapai secara efisien dan efektif dalam suasana gembira meskipun membahas hal-hal yang sulit atau berat. Sebaiknya permainan digunakan sebagai bagian dari proses.



Metode permainan dalam pembelajaran dapat dilakukan untuk mengembangkan konsep atau untuk mengevaluasi.

2. Penerapan Metode pada Pembelajaran Fisika

Penentuan metode pada pembelajaran sebaiknya diawali dengan menganalisis kompetensi dasar, selanjutnya menentukan topik yang dapat disajikan dengan menggunakan suatu metode sesuai dengan karakteristik materi Fisika. Contoh analisis metode pembelajaran tertera pada tabel berikut.

Tabel 1.1. Analisis metode pembelajaran pada mata pelajaran fisika

NO	KLS	TOPIK	KOMPETENSI DASAR	METODE	KETERANGAN
1	X	Fluida statik <ul style="list-style-type: none">▪ Hukum utama hidrostatis▪ Tekanan Hidrostatis▪ Hukum Pascall▪ Hukum Archimedes▪ Meniskus▪ Gejala kapilaritas▪ Viskositas dan Hukum Stokes	3.7 Menerapkan hukum-hukum pada fluida statik dalam kehidupan sehari-hari 4.1 Menyajikan hasil pengukuran besaran fisis dengan menggunakan peralatan dan teknik yang tepat untuk suatu penyelidikan ilmiah 4.7 Merencanakan dan melaksanakan percobaan yang memanfaatkan sifat-sifat fluida untuk mempermudah suatu pekerjaan	Ekspe- rimen	Melakukan eksperimen untuk mendapatkan data mengenai faktor-faktor dari karakteristik benda yang paling berpengaruh terhadap peristiwa benda terapung, melayang dan tenggelam dalam fluida
2	X	Fluida statik <ul style="list-style-type: none">▪ Hukum utama hidrostatis▪ Tekanan Hidrostatis▪ Hukum Pascall▪ Hukum Archimedes▪ Meniskus▪ Gejala kapilaritas▪ Viskositas dan Hukum Stokes	3.7 Menerapkan hukum-hukum pada fluida statik dalam kehidupan sehari-hari 4.1 Menyajikan hasil pengukuran besaran fisis dengan menggunakan peralatan dan teknik yang tepat untuk suatu penyelidikan ilmiah 4.7 Merencanakan dan melaksanakan percobaan yang memanfaatkan sifat-sifat fluida untuk mempermudah suatu pekerjaan	Tugas - Proyek	Merancang eksperimen untuk menyelidiki kemurnian suatu zat dengan menerapkan hukum-hukum Fisika pada Fluida Statik



NO	KLS	TOPIK	KOMPETENSI DASAR	METODE	KETERANGAN
3	XII	induksi elektromagnetik	3.5 Memahami fenomena induksi elektromagnetik berdasarkan percobaan 4.5 Mencipta produk sederhana dengan menggunakan prinsip induksi elektromagnetik	Demonstrasi - Diskusi	Guru menampilkan aplikasi induksi elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari, misal dinamo sepeda
4	XII	induksi elektromagnetik	3.6 Memahami fenomena induksi elektromagnetik berdasarkan percobaan 4.6 Mencipta produk sederhana dengan menggunakan prinsip induksi elektromagnetik	Tugas - Proyek	Guru mengarahkan siswa secara kelompok untuk mengembangkan produk sederhana dengan menggunakan prinsip induksi elektromagnetik

Setelah mengidentifikasi metode yang sesuai dengan karakteristik materi Fisika, guru dapat mengidentifikasi judul eksperimen, demonstrasi atau diskusi. Untuk memperlancar penyajian pembelajaran dengan suatu metode, guru harus menyiapkan lembar kerja untuk siswa sesuai kegiatannya. Contoh identifikasi judul kegiatan eksperimen, demonstrasi atau diskusi dan lembar kerjanya tertera pada berikut.

Tabel. 1.2. Identifikasi judul kegiatan eksperimen, demonstrasi atau diskusi dan lembar kerja

NO	METODE	TOPIK	KELAS	JUDUL	TUJUAN
1	Eksperimen	Fluida Statik "Hukum Archimedes"	X	Terapung, Melayang, dan Tenggelam	Melakukan eksperimen untuk mendapatkan data mengenai faktor-faktor dari karakteristik benda yang paling berpengaruh terhadap peristiwa benda terapung, melayang dan tenggelam dalam fluida
2	Tugas - Proyek	Fluida Statik "Hukum Archimedes"	X	Kemurnian Zat	menyelidiki kemurnian suatu zat dengan menerapkan hukum-hukum Fisika pada Fluida Statik



NO	METODE	TOPIK	KELAS	JUDUL	TUJUAN
3	Demonstrasi-Diskusi	induksi elektro-magnetik	XII	Induksi Elektromag-netik	menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi besar ggl induksi berdasarkan percobaan induksi elektromagnetik
4	Tugas - Proyek	induksi elektro-magnetik	XII	Proyek generator listrik sederhana	Mencipta produk sederhana dengan menggunakan prinsip induksi elektromagnetik

Untuk kelancaran penerapan metode-metode pembelajaran, guru sebaiknya menyiapkan lembar kerja siswa baik untuk eksmerancang kegiatan pembelajaran dengan menggunakan metode pembelajaran yang sesuai materi Fisika. Berikut adalah contoh lembar kerja siswa.

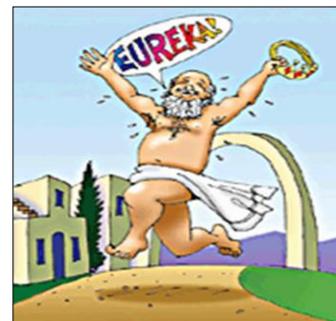
1. Lembar kerja eksperimen

LAKUKAN PERCOBAAN BERIKUT SECARA BERKELOMPOK

HUKUM ARCHIMIDES DAN PENERAPANNYA

Alat dan bahan:

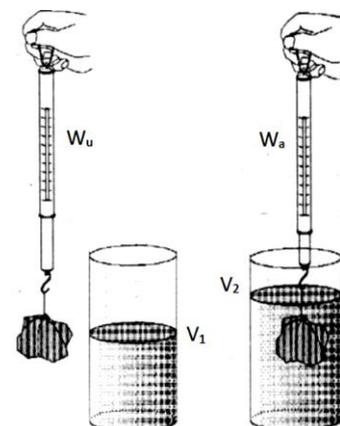
- | | |
|-----------------|-----------------------------|
| 1. Neraca pegas | 6. Air |
| 2. Gelas ukur | 7. Alkohol |
| 3. Beban logam | 8. Minyak kelapa |
| 4. Pipet kecil | 9. Gelas piala |
| 5. Plastisin | 10. Botol plastik coca cola |



Prosedur percobaan:

Kegiatan 1.

1. Timbang berat benda di udara (W_u)
2. Timbang berat benda dalam air (W_a)
3. Ukur volume benda dalam air (V_b)
4. Catat semua data dalam tabel.
5. Tugas pertanyaan:
 - a) Berapa besar gaya apung (gaya ke atas) yang dialami benda di dalam air? (F_A)
 - b) Berapa volume air yang dipindahkan saat benda dalam air? (V_{ap})
 - c) Jika massa jenis air $\rho_a=103 \text{ kg.m}^3$, berapakah berat air yang dipindahkan (W_{ap}).





6. Ulangi percobaan tersebut di atas tetapi dengan menggunakan benda yang lainnya.
7. Kesimpulan apakah yang diperoleh dari seluruh hasil percobaan tersebut? Coba jelaskan!

Kegiatan 2.

1. Ambil sebuah benda, kemudian timbang beratnya di udara, di udara, di alkohol, dan di minyak kelapa) secara bergantian. Bagaimanakah besar gaya apung benda tersebut?
2. Ambil besi dan plastisin yang massanya sama, kemudian timbang beratnya di udara dan di dalam air. Bagaimanakah gaya apung benda tersebut?
3. Ambil besi dan plastisin yang volumenya sama, kemudian timbang beratnya di udara dan di dalam air. Bagaimanakah gaya apung benda tersebut?
4. Berdasarkan hasil percobaan (1, 2, 3) kesimpulan apakah yang diperoleh? Coba jelaskan!

Kegiatan 3.

1. Buatlah model kapal selam (*cartesian drive*), kemudian jelaskan bagaimana prinsip kerjanya kapal selam sehingga dapat terapung, melayang dan tenggelam di laut?
2. Bagaimanakah cara menjelaskan telur dan logam yang semula tenggelam menjadi terapung?

GAYA GERAK LISTRIK INDUKSI DIRI (GGL IMBAS)

1. Tujuan

- Menyelidiki atau mempelajari peristiwa gaya gerak listrik induksi diri atau gaya gerak listrik imbas
- Menyelidiki faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya gaya gerak listrik induksi diri tau gaya gerak listrik imbas

2. Pendahuluan

Peristiwa gaya gerak listrik induksi atau ggl imbas yaitu timbulnya gaya gerak listrik (ggl) imbas dalam kumparan sebagai akibat perubahan medan magnet didalam kumparan.

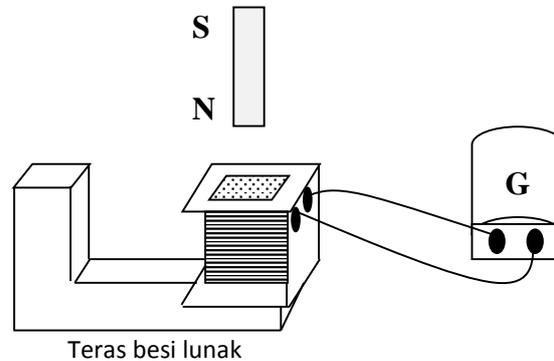
3. Alat dan Bahan

- Kumparan 300 lilitan = 1 buah
- Kumparan 600 lilitan = 1 buah
- Kumparan 1200 lilitan = 1 buah
- Kumparan 12000 lilitan = 1 buah
- Teras besi lunak untuk transformator = 1 buah
- Galvanometer/voltmeter = 1 buah



- Magnet batang ukuran kecil = 1 buah
- Magnet batang ukuran besar = 1 buah
- Kabel penghubung = secukupnya

4. Percobaan/Prosedur



- a. Rakitlah alat dan bahan seperti pada gambar di atas!
- b. Letakkan sebuah magnet batang dekat di atas kumparan dalam keadaan diam, amatilah dan catat kedudukan galvanometer/voltmeter serta ulangi dengan kutub magnet yang berbeda!
- c. Gerakkan magnet batang perlahan-lahan menjauh kumparan, amatilah dan catat yang terjadi pada galvanometer!
- d. Ulangi percobaan pada no.3 dengan menggerakkan magnet batang berturut-turut menjauhi dan mendekati kumparan secara lambat, serta amati dan catat kedudukan jarum galvanometer!
- e. Ulangi percobaan pada no.4 dengan menggerakkan magnet batang berturut-turut menjauhi dan mendekati kumparan secara cepat, serta amati dan catat kedudukan jarum galvanometer!
- f. Lakukan percobaan berikutnya dengan variasi kumparan, variasi kekuatan magnet, variasi kutub magnet dan variasi kecepatan gerakan magnet dan catat hasil pengamatanmu pada tabel pengamatan!



5. Tabel Hasil Pengamatan

a. Magnet Batang ukuran Besar

Kutub Magnet	Gerakan Magnet	Kumparan (lilitan)			
		300	600	1200	12000
U	Capat				
	Lambat				
	Diam				
S	Capat				
	Lambat				
	Diam				

b. Magnet Batang ukuran Kecil

Kutub Magnet	Gerakan Magnet	Kumparan (lilitan)			
		300	600	1200	12000
U	Capat				
	Lambat				
	Diam				
S	Capat				
	Lambat				
	Diam				

6. Pertanyaan

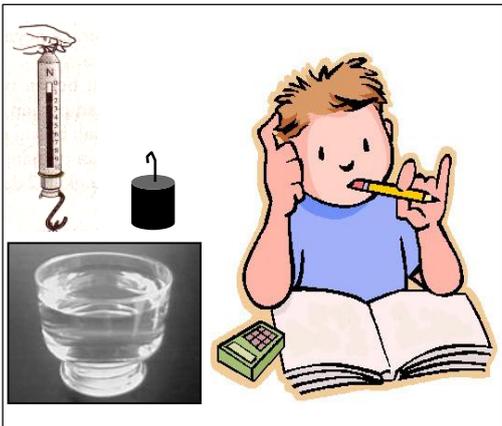
- Bagaimana arah jarum Galvanometer, saat magnet batang digerakan keluar - masuk?
- Bagaimana arah jarum Galvanometer, saat magnet diam didalam kumparan?
- Bagaimana pengaruh gerak magnet (cepat/lambat) terhadap besar simpangan jarum Galvanometer?
- Bagaimana pengaruh kekuatan magnet (besar/kecil) terhadap besar simpangan jarum Galvanometer?
- Bagaimana pengaruh kutub magnet (U/S) terhadap besar simpangan jarum Galvanometer?
- Mengapa saat magnet digerakan keluar – masuk kumparan jarum Galvanometer bergerak sedangkan ketika magnet diam di dalam kumparan maupun di luar kumparan jarum Galvanometer tidak bergerak?
- Bagaimana pengaruh banyak lilitan terhadap besar ggl induksi?
- Bagaimana pengaruh kecepatan gerak magnet terhadap ggl induksi?



- i. Bagaimana pengaruh kekuatan magnet terhadap ggl induksi?
- j. Apa yang dapat Anda simpulkan dari kegiatan di atas?

2. Lembar Kerja Tugas – Proyek

TUGAS



PINJAM SEBUAH BENDA LOGAM YANG ADA DI RUMAH KALIAN (MISALKAN SEBUAH KELERENG DARI BESI)

APAKA BENAR KELERENG TERSEBUT TERBUAT DARI BESI MURNI

?

BAGAIMANAKAH CARA MENYELIDI KEMURNIAN BESI TERSEBUT DENGAN MENGGUNAKAN HUKUM ARCHIMIDES

Untuk menjawab permasalahan tersebut, lakukanlah tugas-tugas sebagai berikut:

1. Buat rancangan percobaan yang menjelaskan tentang:
 - a. Judul percobaan
 - b. Uraian singkat tentang dasar teori yang akan digunakan
 - c. Daftar alat dan bahan yang diperlukan
 - d. Langkah-langkah percobaan yang akan dilakukan
 - e. Bentuk tabel hasil pengamatannya
2. Lakukan percobaan sesuai dengan rancangan percobaan tersebut, kemudian laporkan hasilnya secara lisan dan tertulis.



TUGAS PROYEK (PERTEMUAN KETIGA)

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

TUGAS PROYEK DILUAR SEKOLAH

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

D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN

Aktivitas pembelajaran pada modul ini diawali dengan tugas membaca uraian materi tentang metode dan selanjutnya secara berkelompok menganalisis metode pembelajaran yang tepat untuk menyajikan topik-topik atau materi pelajaran Fisika. Berikutnya Anda berlatih mengembangkan skenario penggunaan metode sesuai dengan topik Fisika tertentu.



E. Latihan/Kasus/Tugas

Kegiatan 1

IDENTIFIKASI METODE PEMBELAJARAN

Tujuan Kegiatan: Melalui diskusi kelompok peserta mampu mengidentifikasi metode pembelajaran tepat untuk suatu materi Fisika

Langkah Kegiatan:

1. Pelajari *hand out* tentang metode-metode pembelajaran
2. Pilihlah salah satu KD Fisika, pelajari materi Fisika yang harus disajikan pada KD tersebut
3. Identifikasi metode pembelajaran yang dapat digunakan sesuai dengan karakteristik mata pelajaran
4. Setelah selesai, presentasikan hasil diskusi kelompok Anda!
5. Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!

Format Identifikasi Metode Pembelajaran Materi/Topik Fisika

NO.	KELAS	TOPIK	KOMPETENSI DASAR	METODE	KETERANGAN
1.					
2.					
,...					

Kegiatan 2

IDENTIFIKASI KEGIATAN SESUAI METODE PEMBELAJARAN

Tujuan Kegiatan: Melalui diskusi kelompok peserta mampu mengidentifikasi kegiatan pembelajaran Fisika sesuai dengan metode pembelajaran

Langkah Kegiatan :

1. Pelajari *hand out* dan hasil kegiatan Identifikasi Metode Pembelajaran LK 1
2. Identifikasi judul kegiatan sesuai metode pembelajaran yang dapat digunakan



3. Setelah selesai, presentasikan hasil diskusi kelompok Anda!
4. Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!

Format Identifikasi Kegiatan Sesuai Metode Pembelajaran

NO	METODE	TOPIK	KELAS	JUDUL	TUJUAN
1	Eksperimen				
2	Demonstrasi				
3	Diskusi				
...					

F. RANGKUMAN

Metode Pembelajaran adalah cara yang digunakan oleh guru dalam melaksanakan kegiatan belajar mengajar di kelas sebagai upaya untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan atau cara yang digunakan untuk mengimplementasikan rencana yang sudah disusun dalam kegiatan nyata agar tujuan yang telah disusun tercapai secara optimal.

Metode ceramah merupakan metode pembelajaran dengan menyampaikan informasi dan pengetahuan secara lisan dalam bentuk penjelasan konsep, prinsip, fakta dan pada biasanya diakhir pembelajaran ditutup dengan tanya jawab antara guru dan siswanya

Metode demonstrasi merupakan metode pembelajaran dengan menggunakan peragaan untuk memperjelas suatu pengertian atau untuk memperlihatkan bagaimana berjalannya suatu proses atau hasil dari sebuah proses.

Metode eksperimen bertujuan agar peserta didik dapat mengumpulkan fakta-fakta, informasi atau data dari percobaan, mampu merancang, mempersiapkan, melakukan dan melaporkan percobaan serta melatih penggunaan logika berpikir induktif untuk menarik kesimpulan dari fakta-fakta, informasi atau data yang diperoleh dari percobaan.

Metode diskusi bertujuan untuk memecahkan permasalahan, menjawab pertanyaan, menambah dan memahami pengetahuan siswa, serta untuk membuat suatu keputusan dengan cara menghadapkan siswa pada suatu permasalahan.



Metode tanya jawab disamping dapat digunakan untuk mengukur atau mengetahui seberapa jauh materi atau bahan pengajaran yang telah dikuasai oleh siswa, juga dapat merangsang siswa untuk berfikir dan berkeaktivitas.

Metode bermain peran pada prinsipnya merupakan metode untuk 'memerankan' peran-peran yang ada dalam dunia nyata ke dalam suatu 'pertunjukan peran' di dalam kelas/pertemuan.

Metode pemberian tugas dan resitasi adalah metode pembelajaran yang dilakukan dengan memberikan tugas tertentu kepada siswa untuk dikerjakan dan hasilnya dapat dipertanggungjawabkan. Tugas yang diberikan guru dapat memperdalam materi pelajaran dan dapat pula mengevaluasi materi yang telah dipelajari.

Metode simulasi merupakan metode pembelajaran dilakukan dengan cara memindahkan suatu situasi yang nyata kedalam kegiatan atau ruang belajar karena adanya kesulitan untuk melakukan praktik di dalam situasi yang sesungguhnya.

Metode permainan diarahkan agar tujuan belajar dapat dicapai secara efisien dan efektif dalam suasana gembira meskipun membahas hal-hal yang sulit atau berat

G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Setelah menyelesaikan latihan/tugas, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dalam prinsip-prinsip pengembangan RPP dan mampu mengembangkan komponen RPP mulai dari mengidentifikasi kompetensi dasar pengetahuan, sikap dan keterampilan, mengembangkan indikator pencapaian kompetensi dan menentukan bahan ajar sesuai prinsip pengembangan RPP sesuai dengan kurikulum. Jika Anda menganggap pencapaian Anda masih belum memadai, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan pembelajaran ini.

KEGIATAN PEMBELAJARAN

PENDEKATAN PEMBELAJARAN FISIKA

Pada pembelajaran sebelumnya, Anda telah mempelajari berbagai metode pembelajaran yang merupakan salah satu materi yang harus Anda kuasai untuk mencapai kompetensi pedagogik guru mata pelajaran Nomor 2.2 yang telah ditetapkan dalam permendiknas nomor 16 tahun 2007 tentang standar kualifikasi dan kompetensi guru. Bunyi kompetensi nomor 2.2 tersebut adalah: "menerapkan berbagai pendekatan, strategi, metode, dan teknik pembelajaran yang mendidik secara kreatif dalam mata pelajaran yang diampu". Dalam kegiatan pembelajaran ini, Anda akan mempelajari berbagai pendekatan pembelajaran, selanjutnya pada modul berikutnya Anda akan mempelajari tentang strategi atau model pembelajaran.

A. Tujuan

Setelah mempelajari uraian materi dalam kegiatan belajar ini dan latihan individu atau diskusi dengan rekan sejawat, Anda diharapkan dapat memahami konsep dan jenis-jenis pendekatan pembelajaran dan menerapkannya dalam pembelajaran fisika di SMA.

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

Indikator hasil belajar yang Anda capai, adalah sebagai berikut.

1. mengidentifikasi pengertian beberapa pendekatan pembelajaran yang sering digunakan dalam pembelajaran fisika
2. mengidentifikasi karakteristik pendekatan pembelajaran, baik pendekatan konsep, induktif, konstruktivisme, saintifik, keterampilan proses, dan sains-teknologi-masyarakat (STM)



3. menganalisis materi pelajaran fisika yang disajikan dengan pendekatan konsep, saintifik, keterampilan proses, dan STM
4. mengidentifikasi kegiatan pembelajaran berdasarkan fokus ketrampilan dengan pendekatan ketrampilan proses IPA
5. merancang kegiatan pembelajaran fisika dengan menggunakan pendekatan konsep/saintifik/keterampilan proses/ atau STM

C. Uraian Materi

Dalam modul sebelumnya, Anda telah mempelajari berbagai peristilahan yang sering digunakan dalam merancang pembelajaran, yaitu metode, pendekatan, strategi, dan model pembelajaran. Sebelum Anda mempelajari berbagai pendekatan pembelajaran, perlu diingatkan kembali bahwa yang dimaksud dengan pendekatan pembelajaran adalah cara pandang atau cara berpikir guru terhadap sesuatu masalah atau proses pembelajaran yang dihadapi yang merujuk pada pandangan-pandangan tentang terjadinya proses pembelajaran yang sifatnya masih umum.

Penggunaan pendekatan pembelajaran juga bertitik tolak pada aspek psikologis peserta didik. Anda ketika mempertimbangkan menggunakan pendekatan pembelajaran harus mengenali aspek pertumbuhan dan perkembangan dan kemampuan intelektual, serta kemampuan lainnya yang mendukung kemampuan belajar peserta didik. Berdasarkan pendekatannya, pembelajaran dapat dibedakan dalam dua kategori, yaitu pendekatan berorientasi atau berpusat pada peserta didik dan pendekatan yang berorientasi atau berpusat pada guru.

1. Pendekatan Konsep

a. Pengertian konsep

Rosser (1984) menyatakan bahwa konsep adalah suatu abstraksi yang mewakili satu kelas objek-objek, kejadian-kejadian, kegiatan-kegiatan, atau hubungan-hubungan yang mempunyai atribut yang sama. Menurut Ausubel (1968) konsep-konsep diperoleh dengan cara pembentukan konsep (*concept formation*) yaitu merupakan bentuk perolehan konsep-konsep sebelum peserta didik masuk sekolah.



Gagne (1977), mengemukakan bahwa konsep merupakan suatu abstraksi yang melibatkan hubungan antar konsep (*relational concepts*) dan dapat dibentuk oleh individu dengan mengelompokkan obyek, merespon obyek tersebut dan kemudian memberinya label (*concept by definition*). Selanjutnya Gagne (1977) mengemukakan bahwa formasi konsep dapat disamakan dengan belajar konsep-konsep konkret, dan asimilasi konsep (*concept assimilation*) merupakan cara utama memperoleh konsep-konsep selama dan sesudah sekolah. Contoh konsep dalam pembelajaran fisika adalah konsep asam dan basa, atom, laju reaksi, dan kesetimbangan.

b. Dimensi konsep

Flaiell (1970) menyarankan, bahwa pemahaman terhadap konsep-konsep dapat dibedakan dalam tujuh dimensi yaitu sebagai berikut.

- 1) *Atribut*, setiap konsep mempunyai atribut yang berbeda, contoh-contoh konsep harus mempunyai atribut yang relevan; termasuk juga atribut-atribut yang tidak relevan. Atribut dibedakan ke dalam atribut kritis dan atribut variabel. Atribut kritis merupakan ciri-ciri utama konsep yang merupakan penjabaran definisi konsep. Atribut variabel menunjukkan ciri-ciri konsep yang nilainya dapat berubah, namun besaran dan satuannya tetap.
- 2) *Struktur*, menyangkut cara terkaitnya atau tergabungnya atribut-atribut itu. Ada tiga struktur yang dikenal, yaitu:
 - a) Konsep-konsep konjungtif adalah konsep-konsep dimana terdapat dua atau lebih sifat-sifat, sehingga dapat memenuhi syarat sebagai contoh konsep.
 - b) Konsep-konsep disjungtif adalah konsep-konsep dimana satu dari dua atau lebih sifat-sifat harus ada.
 - c) Konsep-konsep relasional menyatakan hubungan tertentu antara atribut-atribut konsep.
- 3) *Keabstrakan*, yaitu konsep-konsep dapat dilihat dan konkret, atau konsep-konsep itu terdiri dari konsep-konsep lain.
- 4) *Keinklusifan (inclusiveness)*, yaitu ditunjukkan pada jumlah contoh-contoh yang terlibat pada konsep itu.



- 5) *Generalisasi* atau keumuman, yaitu bila diklasifikasikan, konsep-konsep dapat berbeda pada posisi superordinat atau subordinatnya. . Contoh posisi superordinat dari konsep asam adalah konsep elektrolit, sedangkan sub ordinat konsep asam adalah asam lemah dan reaksi transfer proton. Makin umum suatu konsep, makin banyak asosiasi yang dapat dibuat dengan konsep-konsep lainnya
- 6) *Ketepatan*, yaitu suatu konsep menyangkut apakah ada kumpulan aturan-aturan untuk membedakan contoh-cobtoh dari noncontoh-noncontoh suatu konsep. Klausmeier (1977) mengungkapkan empat tingkat pencapaian konsep (concept attainment), mulai dari tingkat konflik sampai tingkat formal.
- 7) Kekuatan (power), yaitu kekuatan suatu konsep oleh sejauh mana orang setuju bahwa konsep itu penting.

c. Ciri Konsep

Beberapa ciri konsep adalah sebagai berikut (Anitah W., dkk, 2007):

- 1) Konsep merupakan buah pikiran yang dimiliki seseorang atau sekelompok orang. Konsep tersebut ialah semacam simbol.
- 2) Konsep timbul sebagai hasil pengalaman manusia dengan menggunakan lebih dari satu benda, peristiwa atau fakta. Konsep tersebut ialah suatu generalisasi.
- 3) Konsep ialah hasil berpikir abstrak manusia yang merangkum banyak pengalaman.
- 4) Konsep merupakan perkaitan fakta-fakta atau pemberian pola pada fakta-fakta.
- 5) Suatu konsep dapat mengalami modifikasi disebabkan timbulnya fakta-fakta baru.

Dengan demikian konsep dapat merupakan konsep konkrit dan konsep abstrak. Beberapa konsep ada kalanya dapat digabungkan. Gabungan konsep-konsep ini merupakan generalisasi, dan disebut prinsip ilmiah. Sebagai contoh, asam dapat bereaksi dengan basa membentuk garam. Beberapa penulis menggunakan juga istilah konsep untuk prinsip ilmiah atau generalisasi, kita dapat menggunakan kedua pengertian ini untuk konsep.



d. Pengertian Pendekatan Konsep

Pendekatan konsep merupakan contoh pendekatan yang berorientasi pada guru. Dengan memahami apa itu konsep, maka ketika Anda menggunakan pendekatan konsep, dimensi konsep yang dipaparkan di atas harus diperhatikan. Dengan demikian, yang dimaksud dengan pendekatan konsep adalah suatu pendekatan pengajaran secara langsung menyajikan konsep tanpa memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menghayati bagaimana konsep itu diperoleh. Mulyati dkk (2000) mengemukakan bahwa pendekatan konsep merupakan bentuk instruksional kognitif yang memberi kesempatan peserta didik berpartisipasi secara aktif dengan konsep-konsep dan menemukan prinsip sendiri.

Dalam pendekatan konsep konsep, Syamsudin Makmun mengemukakan bahwa dengan diperolehnya kemahiran mengadakan diskriminasi atas pola-pola stimulus respons (S-R) itu, peserta didik akan belajar mengidentifikasi persamaan-persamaan karakteristik dari sejumlah pola-pola S-R tersebut. Selanjutnya berdasarkan persamaan ciri-ciri dari sekumpulan stimulus dan juga dari objek-objeknya ia membentuk suatu pengertian atau konsep-konsep. Secara eksternal, adanya persamaan-persamaan ciri tertentu dari sejumlah perangsang dan obyek-obyek yang dihadap pada individu.

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan guru dalam merencanakan pembelajaran dengan pendekatan konsep (Dahar, 2003):

- 1) Konsep-konsep yang akan diajarkan harus dinyatakan secara tegas dan lengkap.
- 2) Prasyarat atau konsep-konsep yang telah diketahui dan diperlukan dapat digunakan dalam proses pembelajaran.
- 3) Urutan kegiatan pembelajaran seharusnya memberikan pengalaman yang memadai, sesuai dengan konsep yang akan dipelajari maupun konsep yang telah ada.



2. Pendekatan Deduktif dan Pendekatan Induktif

a. Pendekatan deduktif

Dalam pembelajaran fisika, adakalanya kita memulai pembelajaran dengan menjelaskan teori-teori dahulu kemudian peserta didik diajak praktik dan diskusi penerapan teori. Pembelajaran seperti itu, sering disebut pembelajaran tradisional, karena guru hanya menyampaikan teori-teori saja. Dalam konteks pendekatan pembelajaran, pembelajaran di mana guru mentransfer informasi atau pengetahuan berupa teori atau prinsip disebut pendekatan deduktif.

Menurut Setyosari (2010) menyatakan bahwa “Berpikir deduktif merupakan proses berpikir yang didasarkan pada pernyataan-pernyataan yang bersifat umum ke hal-hal yang bersifat khusus dengan menggunakan logika tertentu.” Hal serupa dijelaskan oleh Sagala (2010) yang menyatakan bahwa: “Pendekatan deduktif adalah proses penalaran yang bermula dari keadaan umum ke keadaan yang khusus sebagai pendekatan pengajaran yang bermula dengan menyajikan aturan, prinsip umum diikuti dengan contoh-contoh khusus atau penerapan aturan, prinsip umum itu kedalam keadaan khusus.

Dalam pendekatan deduktif menjelaskan hal yang berbentuk teoritis ke bentuk realitas atau menjelaskan hal-hal yang bersifat umum ke yang bersifat khusus. Di sini guru menjelaskan teori-teori yang telah ditemukan para ahli, kemudian menjabarkan kenyataan yang terjadi atau mengambil contoh-contoh.

Menurut Yamin (2008) pendekatan deduktif dapat dipergunakan bila:

- 1) Peserta didik belum mengenal pengetahuan yang sedang dipelajari,
- 2) Isi pelajaran meliputi terminologi, teknis dan bidang yang kurang membutuhkan proses berfikir kritis,
- 3) Pengajaran mengenai pelajaran tersebut mempunyai persiapan yang baik dan pembicaraan yang baik,
- 4) Waktu yang tersedia sedikit.

Menurut Sagala (2010) langkah-langkah yang dapat digunakan dalam pendekatan deduktif dalam pembelajaran adalah:



- 1) guru memilih konsep, prinsip, aturan yang akan disajikan dengan pendekatan deduktif,
- 2) guru menyajikan aturan, prinsip yang bersifat umum, lengkap dengan definisi dan contoh-contohnya,
- 3) guru menyajikan contoh-contoh khusus agar peserta didik dapat menyusun hubungan antara keadaan khusus dengan aturan prinsip umum,
- 4) guru menyajikan bukti-bukti untuk menunjang atau menolak kesimpulan bahwa keadaan khusus itu merupakan gambaran dari keadaan umum.

Adapun kelebihan dan kelemahan dari pendekatan deduktif dibandingkan dengan pendekatan lain adalah:

- 1) tidak memerlukan banyak waktu,
- 2) Sifat dan rumus yang diperoleh dapat langsung diaplikasikan kedalam soal-soal atau masalah yang konkrit.

Kelemahan pendekatan deduktif antara lain:

- 1) peserta didik sering mengalami kesulitan memahami makna matematika dalam pembelajaran. Hal ini disebabkan peserta didik baru bisa memahami konsep setelah disajikan berbagai contoh;
- 2) peserta didik sulit memahami pembelajaran matematika yang diberikan karena peserta didik menerima konsep matematika yang secara langsung diberikan oleh guru;
- 3) peserta didik cenderung bosan dengan pembelajaran dengan pendekatan deduktif, karena disini peserta didik langsung menerima konsep matematika dari guru tanpa ada kesempatan menemukan sendiri konsep tersebut.

Langkah-langkah yang digunakan dalam pendekatan deduktif dalam pembelajaran adalah:

- 1) Memilih konsep, prinsip, aturan yang akan disajikan dengan pendekatan deduktif.
- 2) Menyajikan aturan, yang bersifat umum lengkap dengan definisi dan buktinya.
- 3) Disajikan contoh-contoh khusus agar peserta didik dapat menyusun hubungan antara keadaan khusus itu dengan aturan prinsip umum.



- 4) Disajikan bukti-bukti untuk menunjang atau menolak kesimpulan bahwa keadaan khusus itu merupakan gambaran dari keadaan umum.

b. Pendekatan Induktif

Pendekatan induktif merupakan kebalikan dari pendekatan deduktif. Pendekatan induktif berawal dari cara kerja yang dilakukan oleh filosof Inggris Francis Bacon (1561) yang menghendaki agar penarikan kesimpulan didasarkan atas fakta-fakta yang kongkrit sebanyak mungkin. Pendekatan induktif merupakan suatu pendekatan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir dari hal-hal khusus menuju ke yang umum. Tepat atau tidaknya kesimpulan atau cara berpikir yang diambil secara induktif ini menurut Purwanto (2002) bergantung representatif atau tidaknya sampel yang diambil mewakili fenomena keseluruhan.

Langkah-langkah yang dapat digunakan dalam pendekatan induktif adalah:

- 1) Memilih konsep, prinsip, aturan yang akan disajikan dengan pendekatan induktif.
- 2) Menyajikan contoh-contoh khusus konsep, prinsip atau aturan itu yang memungkinkan peserta didik memperkirakan (hipotesis) sifat umum yang terkandung dalam contoh-contoh itu.
- 3) Disajikan bukti-bukti yang berupa contoh tambahan untuk menunjang atau menyangkal perkiraan itu.
- 4) Disusun pernyataan mengenai sifat umum yang telah terbukti berdasarkan langkah-langkah yang terdahulu.

3. Pendekatan Proses atau Keterampilan Proses

a. Pengertian proses dan keterampilan

Pendekatan proses atau keterampilan proses merupakan contoh pendekatan yang berorientasi pada peserta didik. Proses dapat didefinisikan sebagai perangkat keterampilan kompleks yang digunakan ilmuwan dalam melakukan penelitian ilmiah. Proses merupakan konsep besar yang dapat diuraikan menjadi komponen-komponen yang harus dikuasai seseorang bila akan melakukan penelitian. Keterampilan berarti kemampuan menggunakan



pikiran, nalar dan perbuatan secara efisien dan efektif untuk mencapai suatu hasil tertentu, termasuk kreativitas.

b. Pengertian Pendekatan Keterampilan Proses

Pendekatan Keterampilan Proses adalah pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pembentukan keterampilan memperoleh pengetahuan kemudian mengkomunikasikan perolehannya. Keterampilan memperoleh pengetahuan dapat dengan menggunakan kemampuan olah pikir (psikis) atau kemampuan olah perbuatan (fisik). Pengertian lain tentang pendekatan keterampilan proses adalah proses pembelajaran yang dirancang agar peserta didik dapat menemukan fakta-fakta, membangun konsep-konsep dan teori-teori dengan keterampilan intelektual dan sikap ilmiah peserta didik sendiri.

c. Komponen keterampilan proses

Komponen-komponen keterampilan proses, sudah Anda pelajari pada modul sebelumnya di kelompok kompetensi B, yaitu tentang keterampilan proses sains. Dalam bagian ini, diingatkan kembali komponen atau sub-sub keterampilan proses sains.

1) Pengamatan

Pengamatan merupakan salah satu keterampilan proses dasar. Keterampilan pengamatan menggunakan lima indera yaitu penglihatan, pembau, peraba, pengecap dan pendengar. Pengamatan yang dilakukan hanya menggunakan indera disebut *pengamatan kualitatif*, sedangkan pengamatan yang dilakukan dengan menggunakan alat ukur disebut *pengamatan kuantitatif*.

2) Klasifikasi

Klasifikasi adalah proses yang digunakan ilmuwan untuk mengadakan penyusunan atau pengelompokan atas objek-objek atau kejadian-kejadian. Keterampilan klasifikasi dapat dikuasai bila peserta didik telah dapat melakukan dua keterampilan berikut ini.



- a) Mengidentifikasi dan memberi nama sifat-sifat yang dapat diamati dari sekelompok objek yang dapat digunakan sebagai dasar untuk mengklasifikasi.
 - b) Menyusun klasifikasi dalam tingkat-tingkat tertentu sesuai dengan sifat-sifat objek. Klasifikasi berguna untuk melatih peserta didik menunjukkan kesamaan perbedaan dan hubungan timbal baliknya.
- 3) Inferensi
- Inferensi adalah sebuah pernyataan yang dibuat berdasarkan fakta hasil pengamatan. Hasil inferensi dikemukakan sebagai pendapat seseorang terhadap sesuatu yang diamatinya. Pola pembelajaran untuk melatih keterampilan proses inferensi, sebaiknya menggunakan *teori belajar konstruktivisme*, sehingga peserta didik belajar merumuskan sendiri inferensinya.
- 4) Prediksi
- Prediksi adalah ramalan tentang kejadian yang dapat diamati diwaktu yang akan datang. Prediksi didasarkan pada observasi yang cermat dan inferensi tentang hubungan antara beberapa kejadian yang telah diobservasi. Perbedaan inferensi dan prediksi adalah Inferensi harus didukung oleh fakta hasil observasi, sedangkan prediksi dilakukan dengan meramalkan apa yang akan terjadi kemudian berdasarkan data pada saat pengamatan dilakukan.
- 5) Komunikasi
- Komunikasi didalam keterampilan proses berarti menyampaikan pendapat hasil keterampilan proses lainnya baik secara lisan maupun tulisan. Dalam tulisan bisa berbentuk rangkuman, grafik, tabel, gambar, poster dan sebagainya. Keterampilan berkomunikasi ini sebaiknya selalu dicoba di kelas, agar peserta didik terbiasa mengemukakan pendapat dan berani tampil di depan umum.



6) Identifikasi Variabel

Variabel adalah satuan besaran kualitatif atau kuantitatif yang dapat bervariasi atau berubah pada suatu situasi tertentu. *Besaran kualitatif* adalah besaran yang tidak dinyatakan dalam satuan pengukuran baku tertentu. *Besaran kuantitatif* adalah besaran yang dinyatakan dalam satuan pengukuran baku tertentu misalnya volume diukur dalam liter dan suhu diukur dalam $^{\circ}\text{C}$.

Keterampilan identifikasi variabel dapat diukur berdasarkan tiga tujuan pembelajaran berikut.

- a) Mengidentifikasi variabel dari suatu pernyataan tertulis atau dari deskripsi suatu eksperimen.
- b) Mengidentifikasi variabel manipulasi dan variabel respon dari deskripsi suatu eksperimen.
- c) Mengidentifikasi variabel kontrol dari suatu pernyataan tertulis atau deskripsi suatu eksperimen.

Dalam suatu eksperimen terdapat tiga macam variabel yang sama pentingnya, yaitu *variabel manipulasi*, *variabel respon* dan *variabel kontrol*. *Variabel manipulasi* adalah suatu variabel yang secara sengaja diubah atau dimanipulasi dalam suatu situasi. *Variabel respon* adalah variabel yang berubah sebagai hasil akibat dari kegiatan manipulasi. Sedangkan *variabel kontrol* adalah variabel yang sengaja dipertahankan konstan agar tidak berpengaruh terhadap variabel respon.

7) Definisi Variabel Secara Operasional

Mendefinisikan secara operasional suatu variabel berarti menetapkan bagaimana suatu variabel itu diukur. Definisi operasional variabel adalah definisi yang menguraikan bagaimana mengukur suatu variabel. Definisi ini harus menyatakan tindakan apa yang akan dilakukan dan pengamatan apa yang akan dicatat dari suatu eksperimen. Keterampilan ini merupakan komponen keterampilan proses yang paling sulit dilatihkan karena itu harus sering di ulang-ulang.



8) Hipotesis

Hipotesis biasanya dibuat pada suatu perencanaan penelitian yang merupakan pekerjaan tentang pengaruh yang akan terjadi dari variabel manipulasi terhadap variabel respon. Hipotesis dirumuskan dalam bentuk pernyataan bukan pertanyaan, pertanyaan biasanya digunakan dalam merumuskan masalah yang akan diteliti (Nur, 1996). Hipotesis dapat dirumuskan secara *induktif* dan secara *deduktif*. Perumusan secara induktif berdasarkan data pengamatan, secara deduktif berdasarkan teori. Hipotesis dapat juga dipandang sebagai jawaban sementara dari rumusan masalah.

9) Interpretasi Data

Keterampilan interpretasi data biasanya diawali dengan pengumpulan data, analisis data, dan mendeskripsikan data. Mendeskripsikan data artinya menyajikan data dalam bentuk yang mudah dipahami misalnya bentuk tabel, grafik dengan angka-angka yang sudah dirata-ratakan. Data yang sudah dianalisis baru diinterpretasikan menjadi suatu kesimpulan atau dalam bentuk pernyataan. Data yang diinterpretasikan harus data yang membentuk pola atau beberapa kecenderungan.

10) Eksperimen

Eksperimen dapat didefinisikan sebagai kegiatan terinci yang direncanakan untuk menghasilkan data untuk menjawab suatu masalah atau menguji suatu hipotesis. Suatu eksperimen akan berhasil jika variabel yang dimanipulasi dan jenis respon yang diharapkan dinyatakan secara jelas dalam suatu hipotesis, juga penentuan kondisi-kondisi yang akan dikontrol sudah tepat.

4. Pendekatan Konstruktivisme

Menurut pandangan *konstruktivisme* pengetahuan yang dimiliki oleh setiap individu adalah hasil konstruksi secara aktif dari individu itu sendiri. Individu tidak sekedar mengimitasi dan membentuk bayangan dari apa yang diamati atau diajarkan guru, tetapi secara aktif individu itu menyeleksi, menyaring, memberi



arti dan menguji kebenaran atas informasi yang diterimanya (Indrawati, 2000 : 34).

Pengetahuan yang dikonstruksi individu merupakan hasil interpretasi yang bersangkutan terhadap peristiwa atau informasi yang diterimanya. Para pendukung konstruktivisme berpendapat bahwa pengertian yang dibangun setiap individu peserta didik*) dapat berbeda dari apa yang diajarkan guru (Bodner, (1987) dalam Indrawati, 2000 : 34). Lain halnya dengan Paul Suparno (1997 : 6) mengemukakan bahwa menurut konstruktivis, belajar itu merupakan proses aktif pembelajar mengkonstruksi arti (teks, dialog, pengalaman fisis, dan lain-lain). Belajar juga merupakan proses mengasimilasi dan menghubungkan pengalaman atau bahan yang dipelajari dengan pengertian yang sudah dipunyai seseorang sehingga pengertiannya dikembangkan.

Oleh karena itu pada proses belajar konstruktivisme memiliki ciri :

- a. Belajar berarti membentuk makna.
- b. Konstruksi artinya adalah proses yang terus menerus.
- c. Belajar bukanlah kegiatan mengumpulkan fakta melainkan lebih dari itu, yaitu pengembangan pemikiran dengan membuat pengertian baru.
- d. Proses belajar yang sebenarnya terjadi pada waktu skema seseorang dalam keraguan yang merangsang pemikiran lebih lanjut. Situasi ketidakseimbangan adalah situasi yang baik untuk memacu belajar.
- e. Hasil belajar dipengaruhi oleh pengalaman pembelajar dengan dunia fisik lingkungannya.
- f. Hasil belajar seseorang tergantung pada apa yang telah diketahui si pembelajar (konsep, tujuan, motivasi) yang mempengaruhi interaksi dengan bahan yang dipelajari (Paul Suparno, 1997 : 61) dalam Indrawati, 2000 : 34-35)

Dengan memahami pandangan konstruktivisme, maka karakteristik iklim pembelajaran yang sesuai adalah :

- a. Peserta didik tidak dipandang sebagai sesuatu yang pasif, melainkan individu yang memiliki tujuan serta dapat merespon situasi pembelajaran berdasarkan konsepsi awal yang dimilikinya.



- b. Guru hendaknya melibatkan proses aktif dalam pembelajaran yang memungkinkan peserta didik mengkonstruksi pengetahuannya.
- c. Pengetahuan bukanlah sesuatu yang datang dari luar, melainkan melalui seleksi secara personal dan sosial.
- d. Iklim pembelajaran di atas menuntut para guru untuk :
- e. Mengetahui dan mempertimbangkan pengetahuan awal peserta didik (apersepsi),
- f. Melibatkan peserta didik dalam kegiatan aktif (student center),
- g. Memperhatikan interaksi sosial dengan melibatkan peserta didik dalam diskusi kelas maupun kelompok.

5. Pendekatan Kontekstual

Pendekatan kontekstual (*Contextual Teaching and Learning/CTL*) merupakan konsep belajar yang membantu guru mengaitkan antara materi yang diajarkan dengan situasi dunia nyata peserta didik dan mendorong peserta didik membuat hubungan antara pengetahuan yang dimilikinya dengan penerapannya dalam kehidupan mereka sebagai anggota keluarga dan masyarakat. Dengan konsep itu, hasil pembelajaran diharapkan lebih bermakna bagi peserta didik. Proses pembelajaran berlangsung alamiah dalam bentuk kegiatan peserta didik bekerja dan mengalami, bukan mentransfer pengetahuan dari guru ke peserta didik.

a. Pengertian CTL

CTL merupakan suatu proses pendidikan yang holistik dan bertujuan memotivasi peserta didik untuk memahami makna materi pelajaran yang dipelajarinya dengan mengkaitkan materi tersebut dengan konteks kehidupan mereka sehari-hari (konteks pribadi, sosial, dan kultural) sehingga peserta didik memiliki pengetahuan/ keterampilan yang secara fleksibel dapat diterapkan (ditransfer) dari satu permasalahan /konteks ke permasalahan/ konteks lainnya. CTL juga merupakan konsep belajar yang membantu guru mengkaitkan antara materi yang diajarkannya dengan situasi dunia nyata dan mendorong pebelajar membuat hubungan antara materi yang diajarkannya dengan penerapannya dalam kehidupan mereka sebagai anggota keluarga dan masyarakat



b. Komponen/Prinsip Pembelajaran CTL

CTL adalah konsep belajar yang membantu guru mengaitkan antara materi yang diajarkannya dengan situasi dunia nyata peserta didik dan mendorong peserta didik membuat hubungan antara pengetahuan yang dimilikinya dengan penerapannya dalam kehidupan mereka sehari-hari, yang pada hakekatnya melibatkan tujuh komponen utama pembelajaran efektif, yakni: konstruktivisme (*Constructivism*), bertanya (*Questioning*), menemukan (*Inquiry*), masyarakat belajar (*Learning Community*), pemodelan (*Modeling*), dan penilaian sebenarnya (*Authentic Assessment*).

- 1) **Konstruktivisme**; pembelajaran dengan mengacu pada CTL merujuk pada konstruktivisme, yakni peserta didik membangun pemahaman sendiri dari pengalaman baru berdasar pada pengetahuan awal. Pembelajaran harus dikemas menjadi proses “mengkonstruksi” bukan menerima pengetahuan
- 2) **Inquiry**; dalam pembelajaran CTL, peserta didik melakukan penyelidikan, dalam pembelajaran peserta didik belajar menggunakan keterampilan berpikir kritis dan terjadi proses perpindahan dari pengamatan menjadi pemahaman.
- 3) **Questioning (bertanya)**; dalam pembelajaran mengajukan pertanyaan dilakukan baik oleh guru dan peserta didik. Pertanyaan dari guru merupakan kegiatan guru untuk mendorong, membimbing dan menilai kemampuan berpikir peserta didik, sedangkan bagi peserta didik bertanya merupakan bagian penting dalam pembelajaran yang berbasis inquiry
- 4) **Learning community (masyarakat belajar)**; dalam pembelajaran CTL hendaknya diciptakan masyarakat belajar, yaitu adanya sekelompok peserta didik yang terikat dalam kegiatan belajar, hal ini merujuk pada prinsip bahwa bekerjasama dengan orang lain lebih baik daripada belajar sendiri, sehingga dalam masyarakat belajar terjadi saling tukar pengalaman atau berbagi ide.
- 5) **Modeling (pemodelan)**; pemodelan merupakan proses penampilan suatu contoh agar orang lain berpikir, bekerja dan belajar. Dalam pembelajaran peserta didik mengerjakan apa yang guru inginkan agar peserta didik mengerjakannya dengan terlebih dahulu diberikan contoh.



- 6) **Reflection (refleksi)**; pada akhir pembejaran peserta didik diajak untuk melakukan refleksi, yaitu cara berpikir tentang apa yang telah kita pelajari; mencatat apa yang telah dipelajari, atau membuat jurnal, karya seni, diskusi kelompok.
- 7) **Authentic assessment** (penilaian yang sebenarnya); penilaian dilakukan dalam berbagai aspek, misalnya mencakup pengetahuan, keterampilan, produk (kinerja), juga menilai tugas-tugas yang relevan dan kontekstual.

6. Pendekatan Lingkungan

Pendekatan lingkungan adalah pendekatan proses dengan lingkungan sebagai sarana atau media untuk memperkenalkan lingkungan kepada peserta didik dalam mengembangkan aspek kognitif. Saat ini pendekatan lingkungan tidak hanya sekedar mengembangkan aspek kognitif saja, tetapi lebih diutamakan untuk mengembangkan aspek afektif, yaitu dengan tujuan supaya orang **mau** terlibat, **mau** menangani dan **mau** memelihara lingkungan.

Pendekatan lingkungan dalam proses belajar dan pembelajaran fisika adalah pemanfaatan lingkungan sebagai sarana pendidikan. Dalam pembelajaran fisika, relevansi pembelajaran dengan lingkungannya dapat dicapai dengan memanfaatkan lingkungan peserta didik sebagai laboratorium alam.

a. Ciri-Ciri Pendekatan Lingkungan

Pendekatan lingkungan dalam pembelajaran mempunyai ciri-ciri sebagai berikut (Dahar, 1982) :

- 1) Yang dimaksud dengan lingkungan, mencakup semua benda dan keadaan yang mempengaruhi peserta didik.
- 2) Isi pelajaran disesuaikan dengan keadaan lingkungan peserta didik dan penerapan-penerapan fisika.
- 3) Penyusunan bahan ajar berkisar pada suatu tema atau topik.

b. Pendekatan Lingkungan dalam Kegiatan Pembelajaran Fisika

Pendekatan lingkungan dapat dilakukan dalam bentuk mengajak peserta didik mengadakan pengamatan langsung ke lapangan atau dengan jalan memindahkan kondisi lapangan ke kondisi yang lebih ideal yaitu pengamatan dan penelitian dalam laboratorium (Novak, 1973).



Pengamatan di dalam laboratorium alam bagi peserta didik akan memberikan kesan dan pengertian yang lebih mendalam dibandingkan bila suatu masalah didapat secara verbal saja. Melalui pengamatan, peserta didik berkesempatan untuk membuat hipotesa, mengumpulkan data serta menguji kebenaran hipotesa yang dibuatnya.

c. Perlunya Pendekatan Lingkungan

Pembelajaran fisika yang berorientasi pada lingkungan akan memberi kesempatan peserta didik memahami proses fisika yang berkaitan dengan lingkungannya, hal ini akan menumbuhkan kesadaran keberadaan peserta didik dalam ekosistemnya.

Selain hal tersebut di atas, lingkungan hidup sebagai sarana pendidikan memberikan keuntungan dan kelebihan bagi peserta didik sebagai berikut.

- a. pengamatan langsung akan memberikan dorongan untuk memiliki pengetahuan lebih jauh tentang masalah yang dihadapi;
- b. alat atau bahan tidak perlu dibeli dengan biaya mahal;
- c. dapat digunakan setiap waktu dan terdapat di mana-mana

7. Pendekatan Saintifik

Pendekatan saintifik termasuk pembelajaran inkuiri yang berorientasi pada konstruktivisme. Sasaran pembelajaran dengan pendekatan saintifik mencakup pengembangan ranah sikap, pengetahuan, dan keterampilan yang dielaborasi untuk setiap satuan pendidikan. Ketiga ranah kompetensi tersebut memiliki lintasan perolehan (proses) psikologis yang berbeda. Sikap diperoleh melalui aktivitas: menerima, menjalankan, menghargai, menghayati, dan mengamalkan. Pengetahuan diperoleh melalui aktivitas: mengingat, memahami, menerapkan, menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta. Sementara itu, keterampilan diperoleh melalui aktivitas: mengamati, menanya, menalar, menyaji, dan mencipta (Permendikbud no 65 tahun 2013).

Menurut McCollum (2009) dijelaskan bahwa komponen-komponen penting dalam mengajar menggunakan *pendekatan scientific* diantaranya adalah guru harus menyajikan pembelajaran yang dapat meningkatkan rasa keingintahuan



(*Foster a sense of wonder*), meningkatkan keterampilan mengamati (*Encourage observation*), melakukan analisis (*Push for analysis*) dan berkomunikasi (*Require communication*). Untuk mempelajari bagaimana pembelajaran fisika berbasis pendekatan saintifik, berikut ini diuraikan dengan singkat konsep pendekatan saintifik dan implementasinya pada pembelajaran fisika.

Proses pembelajaran dapat dipandang sebagai proses ilmiah. Metode yang digunakan merupakan metode ilmiah, yaitu metode merujuk pada teknik-teknik investigasi atas suatu atau beberapa fenomena atau gejala, memperoleh pengetahuan baru, atau mengoreksi dan memadukan pengetahuan sebelumnya. Untuk dapat disebut ilmiah, metode pencarian (*method of inquiry*) harus berbasis pada bukti-bukti dari objek yang dapat diobservasi, empiris, dan terukur dengan prinsip-prinsip penalaran yang spesifik. Karena itu, metode ilmiah umumnya memuat serangkaian aktivitas pengumpulan data melalui observasi atau eksperimen, mengolah informasi atau data, menganalisis, kemudian memformulasi, dan menguji hipotesis. Pendekatan yang menekankan pada proses ilmiah dan mengedepankan proses penalaran induktif disebut pendekatan saintifik.

Pendekatan ilmiah (*scientific approach*) dalam pembelajaran meliputi mengamati, menanya, mencoba, mengolah, menyajikan, menyimpulkan, dan mencipta. Menurut McCollum (2009) dijelaskan bahwa komponen-komponen penting dalam mengajar menggunakan *pendekatan scientific* diantaranya adalah guru harus menyajikan pembelajaran yang dapat meningkatkan rasa keingintahuan (*Foster a sense of wonder*), meningkatkan keterampilan mengamati (*Encourage observation*), melakukan analisis (*Push for analysis*) dan berkomunikasi (*Require communication*).

a. Meningkatkan rasa keingintahuan

Semua pengetahuan dan pemahaman dimulai dari rasa ingin tahu dari peserta didik tentang 'siapa, apa, dan dimana' atau "*who, what* dan *where*" dari apa yang ada di sekitar peserta didik. Pada kurikulum 2013, peserta didik dilatih rasa keingintahuannya sampai mengapa dan bagaimana "*why*" and "*how*"



Pada pembelajaran, rasa keingintahuan ini dapat difasilitasi dalam kegiatan tanya jawab baik mulai dari kegiatan pendahuluan, kegiatan inti dan penutup. Selain tanya jawab, dapat juga dengan melalui memberikan suatu masalah, fakta-fakta atau kejadian alam yang ada di sekitar peserta didik.

b. Mengamati

Aktivitas mengamati mengutamakan kebermaknaan proses pembelajaran (*meaningfull learning*). Aktivitas mengamati memiliki keunggulan tertentu, seperti menyajikan media obyek secara nyata, peserta didik senang dan tertantang, dan mudah pelaksanaannya. Tentu saja kegiatan mengamati dalam rangka pembelajaran ini biasanya memerlukan waktu persiapan yang lama dan matang, biaya dan tenaga relatif banyak, dan jika tidak terkendali akan mengaburkan makna serta tujuan pembelajaran.

Aktivitas mengamati sangat bermanfaat bagi pemenuhan rasa ingin tahu peserta didik. Sehingga proses pembelajaran memiliki kebermaknaan yang tinggi. Dengan metode observasi peserta didik menemukan fakta bahwa ada hubungan antara obyek yang dianalisis dengan materi pembelajaran yang digunakan oleh guru.

Kegiatan mengamati dalam pembelajaran dilakukan dengan menempuh langkah-langkah seperti berikut ini.

- 1) Menentukan objek apa yang akan diobservasi
- 2) Membuat pedoman observasi sesuai dengan lingkup objek yang akan diobservasi
- 3) Menentukan secara jelas data-data apa yang perlu diobservasi, baik primer maupun sekunder
- 4) Menentukan di mana tempat objek yang akan diobservasi
- 5) Menentukan secara jelas bagaimana observasi akan dilakukan untuk mengumpulkan data agar berjalan mudah dan lancar
- 6) Menentukan cara dan melakukan pencatatan atas hasil observasi , seperti menggunakan buku catatan, kamera, tape recorder, video perekam, dan alat-alat tulis lainnya.



Kegiatan observasi dalam proses pembelajaran mengharuskan adanya keterlibatan peserta didik secara langsung. Dalam kaitan ini, guru harus memahami bentuk keterlibatan peserta didik dalam observasi tersebut.

- 1) Observasi biasa (*common observation*). Pada observasi biasa untuk kepentingan pembelajaran, peserta didik merupakan subjek yang sepenuhnya melakukan observasi (*complete observer*). Di sini peserta didik sama sekali tidak melibatkan diri dengan pelaku, objek, atau situasi yang diamati.
- 2) Observasi terkendali (*controlled observation*). Seperti halnya observasi biasa, pada observasi terkendali untuk kepentingan pembelajaran, peserta didik sama sekali tidak melibatkan diri dengan pelaku, objek, atau situasi yang diamati. Mereka juga tidak memiliki hubungan apa pun dengan pelaku, objek, atau situasi yang diamati. Namun demikian, berbeda dengan observasi biasa, pada observasi terkendali pelaku atau objek yang diamati ditempatkan pada ruang atau situasi yang dikhususkan. Karena itu, pada pembelajaran dengan observasi terkendali termuat nilai-nilai percobaan atau eksperimen atas diri pelaku atau objek yang diobservasi.
- 3) Observasi partisipatif (*participant observation*). Pada observasi partisipatif, peserta didik melibatkan diri secara langsung dengan pelaku atau objek yang diamati. Sejatinya, observasi semacam ini paling lazim dilakukan dalam penelitian antropologi khususnya etnografi. Observasi semacam ini mengharuskan peserta didik melibatkan diri pada pelaku, komunitas, atau objek yang diamati. Di bidang pengajaran bahasa, misalnya, dengan menggunakan pendekatan ini berarti peserta didik hadir dan “bermukim” langsung di tempat subjek atau komunitas tertentu dan pada waktu tertentu pula untuk mempelajari bahasa atau dialek setempat, termasuk melibatkan diri secara langsung dalam situasi kehidupan mereka.

Selama proses pembelajaran, peserta didik dapat melakukan observasi dengan dua cara pelibatan diri. Kedua cara pelibatan dimaksud yaitu observasi berstruktur dan observasi tidak berstruktur, seperti dijelaskan berikut ini.

- 1) Observasi berstruktur. Pada observasi berstruktur dalam rangka proses pembelajaran, fenomena subjek, objek, atau situasi apa yang ingin



diobservasi oleh peserta didik telah direncanakan oleh secara sistematis di bawah bimbingan guru.

- 2) Observasi tidak berstruktur. Pada observasi yang tidak berstruktur dalam rangka proses pembelajaran, tidak ditentukan secara baku atau riid mengenai apa yang harus diobservasi oleh peserta didik. Dalam kerangka ini, peserta didik membuat catatan, rekaman, atau mengingat dalam memori secara spontan atas subjek, objektif, atau situasi yang diobservasi.

Praktik observasi dalam pembelajaran hanya akan efektif jika peserta didik dan guru melengkapi diri dengan dengan alat-alat pencatatan dan alat-alat lain, seperti: (1) tape recorder, untuk merekam pembicaraan; (1) kamera, untuk merekam objek atau kegiatan secara visual; (2) film atau video, untuk merekam kegiatan objek atau secara audio-visual; dan (3) alat-alat lain sesuai dengan keperluan.

Secara lebih luas, alat atau instrumen yang digunakan dalam melakukan observasi, dapat berupa daftar cek (*checklist*), skala rentang (*rating scale*), catatan anekdotal (*anecdotal record*), catatan berkala, dan alat mekanikal (*mechanical device*). Daftar cek dapat berupa suatu daftar yang berisikan nama-nama subjek, objek, atau faktor- faktor yang akan diobservasi. Skala rentang , berupa alat untuk mencatat gejala atau fenomena menurut tingkatannya. Catatan anekdotal berupa catatan yang dibuat oleh peserta didik dan guru mengenai kelakuan-kelakuan luar biasa yang ditampilkan oleh subjek atau objek yang diobservasi. Alat mekanikal berupa alat mekanik yang dapat dipakai untuk memotret atau merekam peristiwa-peristiwa tertentu yang ditampilkan oleh subjek atau objek yang diobservasi.

Prinsip-rinsip yang harus diperhatikan oleh guru dan peserta didik selama observasi pembelajaran disajikan berikut ini.

- 1) Cermat, objektif, dan jujur serta terfokus pada objek yang diobservasi untuk kepentingan pembelajaran.
- 2) Banyak atau sedikit serta homogenitas atau hiterogenitas subjek, objek, atau situasi yang diobservasi. Makin banyak dan hiterogen subjek, objek, atau situasi yang diobservasi, makin sulit kegiatan observasi itu dilakukan.



Sebelum observasi dilaksanakan, guru dan peserta didik sebaiknya menentukan dan menyepakati cara dan prosedur pengamatan.

- 3) Guru dan peserta didik perlu memahami apa yang hendak dicatat, direkam, dan sejenisnya, serta bagaimana membuat catatan atas perolehan observasi.

c. Menalar

Penalaran adalah proses berfikir yang logis dan sistematis atas fakta-kata empiris yang dapat diobservasi untuk memperoleh simpulan berupa pengetahuan. Penalaran dimaksud merupakan penalaran ilmiah, meski penalaran nonilmiah tidak selalu tidak bermanfaat. Proses pembelajaran, menurut teori asosiasi, akan berhasil secara efektif jika terjadi interaksi langsung antara pendidik dengan peserta didik. Pola interaksi itu dilakukan melalui stimulus dan respons (S-R). Teori ini dikembangkan berdasarkan hasil eksperimen Thorndike, yang kemudian dikenal dengan teori asosiasi. Jadi, prinsip dasar proses pembelajaran yang dianut oleh Thorndike adalah asosiasi, yang juga dikenal dengan teori Stimulus-Respon (S-R). Menurut Thorndike, proses pembelajaran, lebih khusus lagi proses belajar peserta didik terjadi secara perlahan atau inkremental/bertahap, bukan secara tiba-tiba. Thorndike mengemukakan berapa hukum dalam proses pembelajaran.

- 1) Hukum efek (The Law of Effect), di mana intensitas hubungan antara stimulus (S) dan respon (R) selama proses pembelajaran sangat dipengaruhi oleh konsekuensi dari hubungan yang terjadi. Jika akibat dari hubungan S-R itu dirasa menyenangkan, maka perilaku peserta didik akan mengalami penguatan. Sebaliknya, jika akibat hubungan S-R dirasa tidak menyenangkan, maka perilaku peserta didik akan melemah. Menurut Thorndike, efek dari reward (akibat yang menyenangkan) jauh lebih besar dalam memperkuat perilaku peserta didik dibandingkan efek punishment (akibat yang tidak menyenangkan) dalam memperlemah perilakunya. Ini bermakna bahwa reward akan meningkatkan perilaku peserta didik, tetapi punishment belum tentu akan mengurangi atau menghilangkan perilakunya.



- 2) Hukum latihan (*The Law of Exercise*). Awalnya, hukum ini terdiri dari dua jenis, yang setelah tahun 1930 dinyatakan dicabut oleh Thorndike. Karena dia menyadari bahwa latihan saja tidak dapat memperkuat atau membentuk perilaku. *Pertama, Law of Use* yaitu hubungan antara S-R akan semakin kuat jika sering digunakan atau berulang-ulang. *Kedua, Law of Disuse*, yaitu hubungan antara S-R akan semakin melemah jika tidak dilatih atau dilakukan berulang-ulang. Menurut Thorndike, perilaku dapat dibentuk dengan menggunakan penguatan (*reinforcement*). Memang, latihan berulang tetap dapat diberikan, tetapi yang terpenting adalah individu menyadari konsekuensi perilakunya.

- 3) Hukum kesiapan (*The Law of Readiness*). Menurut Thorndike, pada prinsipnya apakah sesuatu itu akan menyenangkan atau tidak menyenangkan untuk dipelajari tergantung pada kesiapan belajar individunya. Dalam proses pembelajaran, hal ini bermakna bahwa jika peserta dalam keadaan siap dan belajar dilakukan, maka mereka akan merasa puas. Sebaliknya, jika peserta didik dalam keadaan tidak siap dan belajar terpaksa dilakukan, maka mereka akan merasa tidak puas bahkan mengalami frustrasi. Prinsip-prinsip dasar dari Thorndike kemudian diperluas oleh B.F. Skinner dalam *Operant Conditioning* atau pelaziman/pengkondisian operan. Pelaziman operan adalah bentuk pembelajaran dimana konsekuensi-konsekuensi dari perilaku menghasilkan perubahan dalam probabilitas perilaku itu akan diulangi.

Merujuk pada teori S-R, proses pembelajaran akan makin efektif jika peserta didik makin giat belajar. Dengan begitu, berarti makin tinggi pula kemampuannya dalam menghubungkan S dengan R. Kaidah dasar yang digunakan dalam teori S-R adalah:

- 1) Kesiapan (*readiness*). Kesiapan diidentifikasi berkaitan langsung dengan motivasi peserta didik. Kesiapan itu harus ada pada diri guru dan peserta didik. Guru harus benar-benar siap mengajar dan peserta didik benar-benar siap menerima pelajaran dari gurunya. Sejalan dengan itu, segala sumber daya pembelajaran pun perlu disiapkan secara baik dan saksama.



- 2) Latihan (*exercise*). Latihan merupakan kegiatan pembelajaran yang dilakukan secara berulang oleh peserta didik. Pengulangan ini memungkinkan hubungan antara S dengan R makin intensif dan ekstensif.
- 3) Pengaruh (*effect*). Hubungan yang intensif dan berulang-ulang antara S dengan R akan meningkatkan kualitas ranah sikap, keterampilan, dan pengetahuan peserta didik sebagai hasil belajarnya. Manfaat hasil belajar yang diperoleh oleh peserta didik dirasakan langsung oleh mereka dalam dalam dunia kehidupannya.

Kaidah atau prinsip “pengaruh” dalam pembelajaran berkaitan dengan kemamouan guru menciptakan suasana, memberi penghargaan, celaan, hukuman, dan ganjaran. Teori S – S ini memang terkesan robotik. Karenanya, teori ini terkesan mengenyampingkan peranan minat, kreativitas, dan apirasi peserta didik.

Oleh karena tidak semua perilaku belajar atau pembelajaran dapat dijelaskan dengan pelaziman sebagaimana dikembangkan oleh Ivan Pavlov, teori asosiasi biasanya menambahkan teori belajar sosial (*social learning*) yang dikembangkan oleh Bandura. Menurut Bandura, belajar terjadi karena proses peniruan (*imitation*). Kemampuan peserta didik dalam meniru respons menjadi penguangkit utama aktivitas belajarnya. Ada empat konsep dasar teori belajar sosial (*social learning theory*) dari Bandura.

- 1) *Pertama*, pemodelan (*modelling*), dimana peserta didik belajar dengan cara meniru perilaku orang lain (guru, teman, anggota masyarakat, dan lain-lain) dan pengalaman vicarious yaitu belajar dari keberhasilan dan kegagalan orang lain itu.
- 2) *Kedua*, fase belajar, meliputi fase memberi perhatian terhadap model (*attentional*), mengendapkan hasil memperhatikan model dalam pikiran pebelajar (*retention*), menampilkan ulang perilaku model oleh pebelajar (*reproduction*), dan motivasi (*motivation*) ketika peserta didik berkeinginan mengulang-ulang perilaku model yang mendatangkan konsekuensi-konsekuensi positif dari lingkungan.



- 3) *Ketiga*, belajar vicarious, dimana peserta didik belajar dengan melihat apakah orang lain diberi ganjaran atau hukuman selama terlibat dalam perilaku-perilaku tertentu.
- 4) *Keempat*, pengaturan-diri (self-regulation), dimana peserta didik mengamati, mempertimbangkan, memberi ganjaran atau hukuman terhadap perilakunya sendiri.

Teori asosiasi ini sangat efektif menjadi landasan menanamkan sikap ilmiah dan motivasi pada peserta didik berkenaan dengan nilai-nilai instrinsik dari pembelajaran partisipatif. Dengan cara ini peserta didik akan melakukan peniruan terhadap apa yang nyata diobservasinya dari kinerja guru dan temannya di kelas.

Pendekatan saintifik dapat dirinci dalam berbagai kegiatan belajar sebagaimana tercantum dalam tabel berikut.

Tabel 2.1 Keterkaitan antara Langkah Pembelajaran dengan Kegiatan Belajar dan Maknanya

Langkah Pembelajaran	Kegiatan Belajar	Kompetensi Yang Dikembangkan
Mengamati	Membaca, mendengar, menyimak, melihat (tanpa atau dengan alat)	Melatih kesungguhan, ketelitian, mencari informasi
Menanya	Mengajukan pertanyaan tentang informasi yang tidak dipahami dari apa yang diamati atau pertanyaan untuk mendapatkan informasi tambahan tentang apa yang diamati (dimulai dari pertanyaan faktual sampai ke pertanyaan yang bersifat hipotetik)	Mengembangkan kreativitas, rasa ingin tahu, kemampuan merumuskan pertanyaan untuk membentuk pikiran kritis yang perlu untuk hidup cerdas dan belajar sepanjang hayat
Mengumpulkan informasi/ eksperimen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ melakukan eksperimen ▪ membaca sumber lain selain buku teks ▪ mengamati objek/ kejadian/ aktivitas ▪ wawancara dengan 	Mengembangkan sikap teliti, jujur, sopan, menghargai pendapat orang lain, kemampuan berkomunikasi, menerapkan kemampuan mengumpulkan informasi



Langkah Pembelajaran	Kegiatan Belajar	Kompetensi Yang Dikembangkan
	narasumber	melalui berbagai cara yang dipelajari, mengembangkan kebiasaan belajar dan belajar sepanjang hayat.
Mengasosiasikan/ mengolah informasi	<ul style="list-style-type: none">- mengolah informasi yang sudah dikumpulkan baik terbatas dari hasil kegiatan mengumpulkan/eksperimen mau pun hasil dari kegiatan mengamati dan kegiatan mengumpulkan informasi.- Pengolahan informasi yang dikumpulkan dari yang bersifat menambah keluasan dan kedalaman sampai kepada pengolahan informasi yang bersifat mencari solusi dari berbagai sumber yang memiliki pendapat yang berbeda sampai kepada yang bertentangan.	Mengembangkan sikap jujur, teliti, disiplin, taat aturan, kerja keras, kemampuan menerapkan prosedur dan kemampuan berpikir induktif serta deduktif dalam menyimpulkan .
Mengkomunikasikan	Menyampaikan hasil pengamatan, kesimpulan berdasarkan hasil analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya	Mengembangkan sikap jujur, teliti, toleransi, kemampuan berpikir sistematis, mengungkapkan pendapat dengan singkat dan jelas, dan mengembangkan kemampuan berbahasa yang baik dan benar.



D. Aktivitas Pembelajaran

Untuk lebih memahami konsep dan penerapan pendekatan pembelajaran yang telah diuraikan dalam modul ini, sebaiknya Anda lakukan aktivitas-aktivitas berikut.

1. Baca kembali konsep pendekatan pembelajaran yang telah diuraikan dalam modul ini
2. Pelajari kembali standar isi mata pelajaran Fisika
3. Pilihlah beberapa topik, lakukan analisis dari topik tersebut, pendekatan pembelajaran apa yang sesuai yang akan digunakan dalam perancangan pembelajaran.

Kompetensi dasar	Topik/Pokok Bahasan	Konsep yang akan diajarkan	Pendekatan pembelajaran	Alasan pemilihan pendekatan



E. Latihan/Kasus/Tugas

Soal Pilihan Ganda

1. Manakah dari pernyataan berikut ini yang menggambarkan pengertian dari pendekatan induktif?
 - A. Pendekatan proses dengan lingkungan sebagai sarana atau media untuk memperkenalkan lingkungan kepada peserta didik dalam mengembangkan aspek kognitif
 - B. Pendekatan pengajaran secara langsung menyajikan konsep tanpa memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menghayati bagaimana konsep itu diperoleh.
 - C. Pendekatan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir dari hal-hal khusus menuju ke yang umum
 - D. Pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pembentukan keterampilan memperoleh pengetahuan kemudian mengkomunikasikan perolehannya.
2. Manakah dari pernyataan berikut ini yang menggambarkan pengertian dari pendekatan keterampilan proses?
 - A. Pendekatan proses dengan lingkungan sebagai sarana atau media untuk memperkenalkan lingkungan kepada peserta didik dalam mengembangkan aspek kognitif
 - B. Pendekatan pengajaran secara langsung menyajikan konsep tanpa memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menghayati bagaimana konsep itu diperoleh.
 - C. Pendekatan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir dari hal-hal khusus menuju ke yang umum
 - D. Pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pembentukan keterampilan memperoleh pengetahuan kemudian mengkomunikasikan perolehannya.
3. Pendekatan yang menekankan pada proses ilmiah dan mencakup lima kegiatan utama, yaitu mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengolah informasi, dan mengomunikasikan dikenal dengan pendekatan



- A. induktif
 - B. deduktif
 - C. saintifik
 - D. konsep
4. Seorang guru Fisika akan mengajarkan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi. Pendekatan yang paling sesuai untuk topik tersebut dan sesuai dengan karakteristik mata pelajaran Fisika adalah
- A. deduktif
 - B. lingkungan
 - C. konsep
 - D. induktif
5. Berikut ini persiapan yang dilakukan oleh guru Fisika sebelum merancang pembelajaran Fisika.
- (a) menganalisis konsep-konsep yang akan diajarkan
 - (b) menentukan prasyarat atau konsep-konsep yang telah diketahui dan diperlukan dapat digunakan dalam proses pembelajaran.
 - (c) mengorganisasikan konsep ke dalam konsep sub ordinat dan superordinat
- Kegiatan guru tersebut, lebih dominan akan merancang pembelajaran dengan menggunakan pendekatan
- A. deduktif
 - B. lingkungan
 - C. konsep
 - D. induktif

F. Rangkuman

Salah satu keterampilan guru dalam membelajarkan peserta didik yang harus dimiliki adalah keterampilan memilih dan menggunakan pendekatan pembelajaran. Pendekatan pembelajaran dapat dikategorikan dalam dua kelompok besar, yaitu pendekatan yang berorientasi pada guru dan berorientasi pada peserta didik .



Contoh pendekatan yang berorientasi pada guru adalah pendekatan konsep, sedangkan pendekatan yang berorientasi pada peserta didik adalah pendekatan konstruktivisme, pendekatan induktif, pendekatan kontekstual, dan pendekatan saintifik. Masing-masing pendekatan memiliki karakteristik dan tujuan yang khas.

G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan latihan, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan membandingkan dengan kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan pembelajaran ini.

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{Jumlah Jawaban yang Benar}}{\text{Jumlah Soal}} \times 100\%$$

Arti tingkat penguasaan:	90-100% = baik sekali
	80-89% = baik
	79-79% = cukup
	<70% = kurang

EVALUASI

1. Bu Ani akan mengajar materi Fisika tentang getaran dan gelombang. Dia menggunakan alat-alat sederhana dan memilih metode demonstrasi dengan berbagai alasan seperti pernyataan berikut, *kecuali*....
 - A. konsep akan lebih mudah diingat karena siswa melihat fakta-fakta secara langsung
 - B. tidak banyak memerlukan peralatan laboratorium
 - C. penggunaan bahan praktikum tidak boros
 - D. keselamatan kerja siswa
2. Berikut ini persyaratan yang harus dilakukan untuk menerapkan metode eksperimen pada pembelajaran kimia, adalah....
 - i. peralatan dan bahan yang sudah tersedia di depan kelas atau di laboratorium
 - ii. peralatan dan bahan yang digunakan jumlahnya memadai untuk seluruh siswa
 - iii. hanya dilakukan oleh seorang peserta didik di kelompoknya, yang lainnya cukup mengamati saja
 - iv. menggunakan peralatan yang aman bagi keselamatan dan mudah digunakannya.

Persyaratan yang benar adalah....

 - A. i, ii, dan iii
 - B. i, ii dan iv
 - C. ii, iii dan iv
 - D. i,iii dan iv
3. Berikut ini kelebihan-kelebihan metode eksperimen dari pada metode pembelajaran yang lain jika disajikan dengan benar, *kecuali*....
 - A. memfasilitasi keterampilan mengamati fakta secara langsung sehingga peserta didik mudah mengingatnya
 - B. memfasilitasi keterampilan mengasosiasi data-data yang ditemukan sampai peserta didik dapat menyimpulkan hal-hal yang ditelitinya.
 - C. Kesempatan menilai sikap dan keterampilan lebih banyak karena guru tidak banyak menjelaskan materi



- D. melatih perilaku kerja sama pada diri siswa karena biasanya dilakukan secara berkelompok
4. Berikut ini indikator salah satu keterampilan proses sains
- *Mencatat setiap pengamatan secara terpisah*
 - *Mencari perbedaan, persamaan*
 - *Mengontraskan ciri-ciri*

Kedua pernyataan tersebut termasuk indikator keterampilan proses. . . .

- A. merencanakan percobaan
B. merumuskan hipotesis
C. menggunakan alat/bahan
D. mengklasifikasikan
5. Diantara keterampilan berikut yang *tidak* termasuk keterampilan menginterpretasikan data adalah. . . .
- A. menghubungkan-hubungkan hasil pengamatan,
B. menemukan pola atau keteraturan dari suatu seri pengamatan
C. menarik kesimpulan dari penemuan keteraturan data
D. mengubah data dalam bentuk tabel ke bentuk lainnya misalnya grafik, peta secara akurat
6. Manakah dari pernyataan berikut ini yang menggambarkan pengertian dari pendekatan konsep?
- A. Pendekatan pengajaran secara langsung menyajikan konsep tanpa memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menghayati bagaimana konsep itu diperoleh.
B. Pendekatan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir dari hal-hal khusus menuju ke yang umum
C. Pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pembentukan keterampilan memperoleh pengetahuan kemudian mengkomunikasikan perolehannya.
D. Pendekatan proses dengan lingkungan sebagai sarana atau media untuk memperkenalkan lingkungan kepada peserta didik dalam mengembangkan aspek kognitif.



7. Manakah dari pernyataan berikut ini yang menggambarkan pengertian dari pendekatan keterampilan proses?
- A. Pendekatan proses dengan lingkungan sebagai sarana atau media untuk memperkenalkan lingkungan kepada peserta didik dalam mengembangkan aspek kognitif
 - B. Pendekatan pengajaran secara langsung menyajikan konsep tanpa memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menghayati bagaimana konsep itu diperoleh.
 - C. Pendekatan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir dari hal-hal khusus menuju ke yang umum
 - D. Pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pembentukan keterampilan memperoleh pengetahuan kemudian mengkomunikasikan perolehannya.
8. Manakah dari pernyataan berikut ini yang menggambarkan pengertian dari pendekatan lingkungan?
- A. Pendekatan proses dengan lingkungan sebagai sarana atau media untuk memperkenalkan lingkungan kepada peserta didik dalam mengembangkan aspek kognitif
 - B. Pendekatan pengajaran secara langsung menyajikan konsep tanpa memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menghayati bagaimana konsep itu diperoleh.
 - C. Pendekatan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir dari hal-hal khusus menuju ke yang umum
 - D. Pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pembentukan keterampilan memperoleh pengetahuan kemudian mengkomunikasikan perolehannya.
9. Manakah dari pernyataan berikut ini yang menggambarkan pengertian dari pendekatan induktif?
- A. Pendekatan proses dengan lingkungan sebagai sarana atau media untuk memperkenalkan lingkungan kepada peserta didik dalam mengembangkan aspek kognitif
 - B. Pendekatan pengajaran secara langsung menyajikan konsep tanpa memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menghayati bagaimana konsep itu diperoleh.



- C. Pendekatan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir dari hal-hal khusus menuju ke yang umum
- D. Pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pembentukan keterampilan memperoleh pengetahuan kemudian mengkomunikasikan perolehannya.
10. Pendekatan yang menekankan pada proses ilmiah dan mencakup lima kegiatan utama, yaitu mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengolah informasi, dan mengomunikasikan dikenal dengan pendekatan
- A. induktif
 - B. deduktif
 - C. saintifik
 - D. konsep
11. Seorang guru Fisika akan mengajarkan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi. Pendekatan yang paling sesuai untuk topik tersebut dan sesuai dengan karakteristik mata pelajaran Fisika adalah
- A. deduktif
 - B. lingkungan
 - C. konsep
 - D. induktif
12. Berikut ini persiapan yang dilakukan oleh guru Fisika sebelum merancang pembelajaran Fisika.
- (a) menganalisis konsep-konsep yang akan diajarkan
 - (b) menentukan prasyarat atau konsep-konsep yang telah diketahui dan diperlukan dapat digunakan dalam proses pembelajaran.
 - (c) mengorganisasikan konsep ke dalam konsep sub ordinat dan superordinat
- Kegiatan guru tersebut, lebih dominan akan merancang pembelajaran dengan menggunakan pendekatan
- A. deduktif
 - B. lingkungan
 - C. konsep
 - D. induktif



13. Manakah dari pernyataan berikut ini yang menggambarkan pengertian dari pendekatan konsep?
- A. Pendekatan pengajaran secara langsung menyajikan konsep tanpa memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menghayati bagaimana konsep itu diperoleh.
 - B. Pendekatan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir dari hal-hal khusus menuju ke yang umum
 - C. Pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pembentukan keterampilan memperoleh pengetahuan kemudian mengkomunikasikan perolehannya.
 - D. Pendekatan proses dengan lingkungan sebagai sarana atau media untuk memperkenalkan lingkungan kepada peserta didik dalam mengembangkan aspek kognitif.
14. Manakah dari pernyataan berikut ini yang menggambarkan pengertian dari pendekatan keterampilan proses?
- A. Pendekatan proses dengan lingkungan sebagai sarana atau media untuk memperkenalkan lingkungan kepada peserta didik dalam mengembangkan aspek kognitif
 - B. Pendekatan pengajaran secara langsung menyajikan konsep tanpa memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menghayati bagaimana konsep itu diperoleh.
 - C. Pendekatan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir dari hal-hal khusus menuju ke yang umum
 - D. Pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pembentukan keterampilan memperoleh pengetahuan kemudian mengkomunikasikan perolehannya.
15. Manakah dari pernyataan berikut ini yang menggambarkan pengertian dari pendekatan lingkungan?
- A. Pendekatan proses dengan lingkungan sebagai sarana atau media untuk memperkenalkan lingkungan kepada peserta didik dalam mengembangkan aspek kognitif
 - B. Pendekatan pengajaran secara langsung menyajikan konsep tanpa memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menghayati bagaimana konsep itu diperoleh.



- C. Pendekatan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir dari hal-hal khusus menuju ke yang umum
- D. Pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pembentukan keterampilan memperoleh pengetahuan kemudian mengkomunikasikan perolehannya.
16. Manakah dari pernyataan berikut ini yang menggambarkan pengertian dari pendekatan induktif?
- A. Pendekatan proses dengan lingkungan sebagai sarana atau media untuk memperkenalkan lingkungan kepada peserta didik dalam mengembangkan aspek kognitif
- B. Pendekatan pengajaran secara langsung menyajikan konsep tanpa memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menghayati bagaimana konsep itu diperoleh.
- C. Pendekatan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir dari hal-hal khusus menuju ke yang umum
- D. Pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pembentukan keterampilan memperoleh pengetahuan kemudian mengkomunikasikan perolehannya.
17. Pendekatan yang menekankan pada proses ilmiah dan mencakup lima kegiatan utama, yaitu mengamati, menanya, mengumpulkan informasi, mengolah informasi, dan mengomunikasikan dikenal dengan pendekatan
- A. induktif
- B. deduktif
- C. saintifik
- D. konsep
18. Seorang guru Fisika akan mengajarkan tentang faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi. Pendekatan yang paling sesuai untuk topik tersebut dan sesuai dengan karakteristik mata pelajaran Fisika adalah
- A. deduktif
- B. lingkungan
- C. konsep
- D. induktif



19. Berikut ini persiapan yang dilakukan oleh guru Fisika sebelum merancang pembelajaran Fisika.

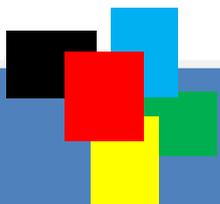
- (a) menganalisis konsep-konsep yang akan diajarkan
- (b) menentukan prasyarat atau konsep-konsep yang telah diketahui dan diperlukan dapat digunakan dalam proses pembelajaran.
- (c) mengorganisasikan konsep ke dalam konsep sub ordinat dan superordinat

Kegiatan guru tersebut, lebih dominan akan merancang pembelajaran dengan menggunakan pendekatan

- A. deduktif
- B. lingkungan
- C. konsep
- D. induktif

20. Manakah dari pernyataan berikut ini yang menggambarkan pengertian dari pendekatan induktif?

- A. Pendekatan proses dengan lingkungan sebagai sarana atau media untuk memperkenalkan lingkungan kepada peserta didik dalam mengembangkan aspek kognitif
- B. Pendekatan pengajaran secara langsung menyajikan konsep tanpa memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menghayati bagaimana konsep itu diperoleh.
- C. Pendekatan yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berpikir dari hal-hal khusus menuju ke yang umum
- D. Pendekatan pembelajaran yang menekankan pada pembentukan keterampilan memperoleh pengetahuan kemudian mengkomunikasikan perolehannya.



PENUTUP

Modul Pedagogik Guru Pembelajar Mata Pelajaran Fisika Kelompok Kompetensi C yang berjudul Metode dan Pendekatan Pembelajaran IPA disiapkan untuk guru pembelajar 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 C. Guru dapat belajar dan melakukan kegiatan diklat ini sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, praktik pengembangan RPP dan latihan, dst. Modul ini juga mengarahkan dan membimbing peserta diklat dan para widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan diklat.

Untuk pencapaian kompetensi pada Kelompok Kompetensi C ini, guru diharapkan secara aktif menggali informasi, memecahkan masalah dan berlatih soal-soal evaluasi yang tersedia pada modul.

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



DAFTAR PUSTAKA

- Kemdiknas. 2007. **Permendikas No. 16 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru**. Jakarta: Kementerian Pendidikan Nasional
- Kemdikbud. 2014. **Permendikbud No. 59 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas / Madrasah Aliyah**. Jakarta: Pusurbuk
- Kemdikbud. 2014. **Permendikbud No. 103 Tahun 2014 tentang Pembelajaran pada Dikdasmen**. Jakarta: Pusurbuk
- Kemdikbud. 2014. **Permendikbud No. 104 Tahun 2014 tentang Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah**. Jakarta: Pusurbuk
- Suharto.. 2015. **Modul Pelatihan Implementasi Kurikulum 2013. Mata Pelajaran Fisika tahun 2015**. Pusbangprodik, Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Tim Pengembang. 2013. **Modul Implementasi Kurikulum 2013 Mata Pelajaran Fisika**. Jakarta. Pusbangprodik



GLOSARIUM

Indikator Pencapaian Kompetensi	<ul style="list-style-type: none">- perilaku yang dapat diukur dan/atau diobservasi untuk kompetensi dasar (KD) pada kompetensi inti (KI)-3 dan KI-4;- perilaku yang dapat diobservasi untuk disimpulkan sebagai pemenuhan KD pada KI-1 dan KI-2, yang 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 SMA/MA 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
Pembelajaran	proses interaksi antarpeserta didik, antara peserta didik dengan tenaga pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar
Penilaian:	proses pengumpulan dan pengolahan informasi untuk mengukur pencapaian hasil belajar peserta didik.
Peserta didik:	anggota masyarakat yang berusaha mengembangkan potensi diri melalui proses pembelajaran yang tersedia pada jalur, jenjang, dan jenis pendidikan tertentu.
Prinsip	suatu pernyataan fundamental atau kebenaran umum maupun individual yang dijadikan oleh seseorang /kelompok sebagai sebuah pedoman untuk berpikir atau bertindak





**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 C

IMPULS, MOMENTUM, GERAK MELINGKAR, DAN GERAK ROTASI

Penulis:

Dr. Muh Yani, M.Sc.Ed.

Soni Sukendar, S.Pd., M.Si., 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)**

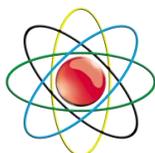
KELOMPOK KOMPETENSI C

IMPULS, MOMENTUM, GERAK MELINGKAR, DAN GERAK ROTASI

Penulis:

Dr. Muh Yani, M.Sc.Ed.

Soni Sukendar, S.Pd., M.Si., M.T.



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

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN FISIKA SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI C

IMPULS, MOMENTUM, GERAK MELINGKAR, DAN GERAK ROTASI

Penanggung Jawab

Dr. Sediono Abdullah

Pengarah

Dr. Indrawati, M.Pd.

Penulis

Dr. Muh. Yani, M.Sc.Ed.

Soni Sukendar, S.Pd., M.Si., M.T.

Penyunting

Drs. Iwan Heryawan, M.Si

Penelaah

Drs. I Made Padri, M.Pd.

Disainer Grafis

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

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

KATA SAMBUTAN

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

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

Jakarta, Februari 2016

Direktur Jenderal

Guru dan Tenaga Kependidikan

Sumarna Surapranata, Ph.D.

NIP. 195908011985031002

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
DAFTAR TABEL	xi

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

PEMBELAJARAN		7
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1: IMPULS DAN MOMENTUM		7
A.	Tujuan	7
B.	Indikator Ketercapaian Kompetensi	7
C.	Uraian Materi	8
D.	Aktivitas Pembelajaran	14
E.	Latihan/Kasus/Tugas	16
F.	Rangkuman	20
G.	Umpan Balik dan Tindak Lanjut	20
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2: GERAK MELINGKAR		21
A.	Tujuan	21
B.	Indikator Ketercapaian Kompetensi	21
C.	Uraian Materi	22
D.	Aktivitas Pembelajaran	28
E.	Latihan/Kasus/Tugas	32



F. Rangkuman	35
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	36
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3: GERAK ROTASI	37
A. Tujuan	37
B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	37
C. Uraian Materi	38
D. Aktivitas Pembelajaran	57
E. Latihan/Kasus/Tugas	57
F. Rangkuman	58
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	58
KEGIATAN PEMBELAJARAN 4: PESAWAT SEDERHANA	59
A. Tujuan	59
B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	59
C. Uraian Materi	60
D. Aktivitas Pembelajaran	76
E. Latihan/Kasus/Tugas	79
F. Rangkuman	83
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	86
KUNCI JAWABAN	87
EVALUASI	99
PENUTUP	107
DAFTAR PUSTAKA	109
GLOSARIUM	111



DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 1.1	Momentum Pukulan	10
Gambar 1.2	Ayunan Balistik	12
Gambar 1.3	Ayunan Godam untuk Pengujian Bahan	13
Gambar 2.1	Benda bergerak melingkar	22
Gambar 2.2	Gaya sentripetal	29
Gambar 2.3	Gaya gravitasi pada bumi dan bulan	30
Gambar 3.1	Momen gaya yang bekerja pada benda menyebabkan benda berotasi	38
Gambar 3.2	Penentuan arah momen gaya dengan kaidah tangan kanan	39
Gambar 3.3	Moment Inersia Gerak Rotasi	40
Gambar 3.4	Momen inersia pada gerak rotasi berbagai benda tegar homogen	41
Gambar 3.5	Titik A yang berotasi dengan sumbu O dan jari-jari R memiliki momentum $m \times v$	42
Gambar 3.6	Gaya-gaya yang bekerja pada kedua kutub jarum kompas karena gerak rotasi	43
Gambar 3.7	Benda A dan B yang sedang berotasi	47
Gambar 3.8	Batang bermassa M dibagi menjadi elemen kecil-kecil bermassa dm dengan panjang dl	48
Gambar 3.9	Batang diputar terhadap sumbu yang melewati ujung batang	48
Gambar 3.10	Batang dirotasikan terhadap sumbu yang tegak lurus batang yang berada di tengah batang	49
Gambar 4.1	Memindahkan drum dengan cara diangkat dan menggunakan bidang miring	60



Gambar 4.2	Mengangkat peti/balok dengan bantuan bidang miring	61
Gambar 4.3	Papan memberikan gaya gesekan sebesar pada balok, arahnya ke bawah	63
Gambar 4.4	Perbandingan gaya H yang harus dilawan. Gaya H sebelah kiri lebih kecil daripada gaya H sebelah kanan yang harus dilawan	64
Gambar 4.5	Bidang miring dengan komponen beban dan gaya masukan	68
Gambar 4.6	Baji digunakan sebagai alat pemotong dan pencokel/penggeser	69
Gambar 4.7	Baji putar dengan penampang lintang pada mesin kendaraan	70
Gambar 4.8	Beberapa jenis baut, sekrup dan dongkrak sekrup	71
Gambar 4.9	Jenis pengungkit dengan titik tumpu, titik kuasa, dan beban	73
Gambar 4.10	Mengungkit batu	74
Gambar 4.11	Puli tunggal	75
Gambar 4.12	Bagian dari katrol tunggal	75
Gambar 4.13	Puli ganda dengan jumlah katrol 4	76
Gambar 4.14	Tuas dengan titik tumpu, titik kuasa, dan titik beban	77
Gambar 4.15	Skema efisiensi tuas (d_K = jarak kuasa, d_B = jarak beban)	77
Gambar 4.16	Katrol tunggal dengan arah gaya	78

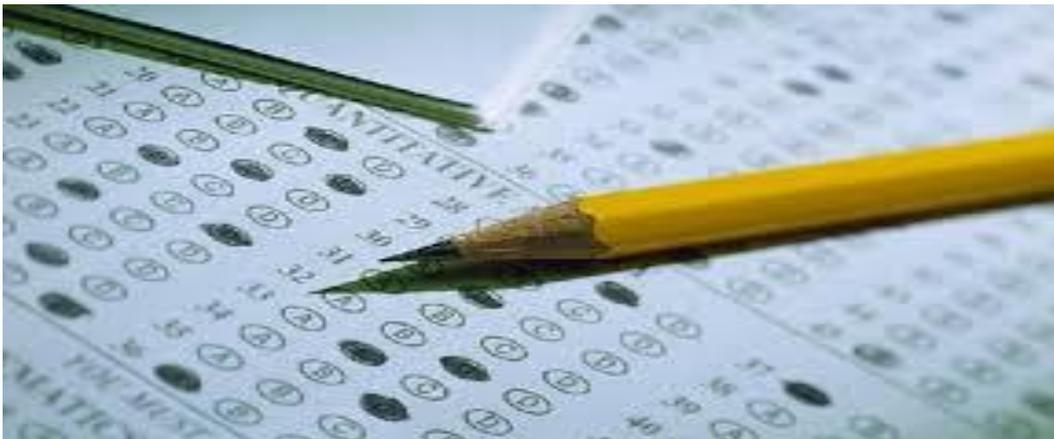


DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 3.1	Momen inersia	50



PENDAHULUAN



A. Latar Belakang

Guru wajib melaksanakan kegiatan pengembangan diri agar dapat melaksanakan tugas profesionalnya. Modul Guru Pembelajar (GP) pada intinya merupakan model bahan belajar (*learning material*) yang menuntut peserta pelatihan untuk belajar lebih mandiri dan aktif. Modul guru pembelajar ini disusun untuk membantu guru meningkatkan kompetensinya, terutama kompetensi profesional dan kompetensi pedagogik. Modul Guru Pembelajar Kelompok Kompetensi C digunakan pada kegiatan Guru Pembelajar *kelompok kompetensi C* baik yang dilakukan melalui moda tatap muka maupun melalui moda campuran. Modul C bagi guru Fisika berisi beberapa materi bahasan yang telah ditetapkan di dalam pemetaan Standar Kompetensi Guru Fisika. Setiap materi modul ini dikemas dalam suatu kegiatan pembelajaran yang meliputi: Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik dan Tindak Lanjut dan Kunci Jawaban. Di dalam modul C ini diawali dengan uraian pendahuluan, beberapa kegiatan pembelajaran dan diakhiri dengan evaluasi



yang dilengkapi kunci jawabannya agar guru pembelajar melakukan *self assesment* sebagai tolak ukur untuk mengetahui keberhasilan diri sendiri.

B. Tujuan

Setelah guru mempelajari modul C diharapkan :

1. Mengidentifikasi hukum kekekalan momentum, tumbukan elastik, dan tumbukan inelastik.
2. Mengidentifikasi percepatan dan gaya sentripetal, hukum Kepler tentang sistem tata surya, hukum umum gravitasi Newton tentang jagat raya
3. Memahami konsep gerak rotasi, dan kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari.
4. Memahami konsep pesawat sederhana, jenis pesawat sederhana, dan kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari.

C. Peta Kompetensi

Peta Kompetensi Modul C Fisika SMA ini didasarkan pada Standar Kompetensi Guru Fisika SMA, dijelaskan sebagai berikut.

Pemetaan Standar Kompetensi Guru
MATA PELAJARAN FISIKA (Kelompok kompetensi C)

Kompetensi Utama	Standar Kompetensi Guru		Sub Kompetensi	Indikator Esensial	Materi Modul
	Kompetensi Inti	Kompetensi Guru Mapel Fisika			
Profesional	Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran fisika	Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori fisika meliputi struktur, dinamika, energetika dan kinetika serta penerapannya secara fleksibel.	Menjelaskan konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori Impuls dan Momentum	Mengidentifikasi hukum kekekalan momentum, tumbukan, elastik dan inelastik	Impuls dan Momentum
Profesional	Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran fisika	Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori fisika meliputi	Menjelaskan konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori Gerak melingkar	Mengidentifikasi gaya sentripetal dan percepatan, hukum Kepler sistem tata surya, hukum umum gravitasi Newton tentang universal	Gerak melingkar



Kompetensi Utama	Standar Kompetensi Guru		Sub Kompetensi	Indikator Esensial	Materi Modul
	Kompetensi Inti	Kompetensi Guru Mapel Fisika			
Profesional	Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung pelajaran fisika.	Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori fisika meliputi Gerak rotasi	Menjelaskan konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori Gerak rotasi	Mengidentifikasi Rotasi benda tegar, torsi dan momen inersia, energy kinetik rotasi, usaha dan daya	Gerak rotasi
Profesional	Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran fisika	Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori fisika meliputi Pesawat sederhana	Menjelaskan konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori Gerak rotasi Pesawat sederhana	Mengidentifikasi mekanik dan efisiensi, bidang miring, neraca, katrol, dan gabungannya	Pesawat sederhana

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi pada Modul ini adalah:

Bagian pendahuluan berisi paparan tentang latar belakang modul C, tujuan belajar dengan modul ini, kompetensi guru yang diharapkan dicapai setelah belajar dengan modul ini, ruang lingkup dan saran penggunaan modul. Bagian kegiatan pembelajaran 1, kegiatan pembelajaran 2, dan seterusnya berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik dan Tindak Lanjut dan Kunci Jawaban. Bagian evaluasi yang dilengkapi kunci jawabannya agar guru peserta program guru pembelajar melakukan *self assesment* sebagai tolak ukur untuk mengetahui keberhasilan diri sendiri dan bagian penutup.

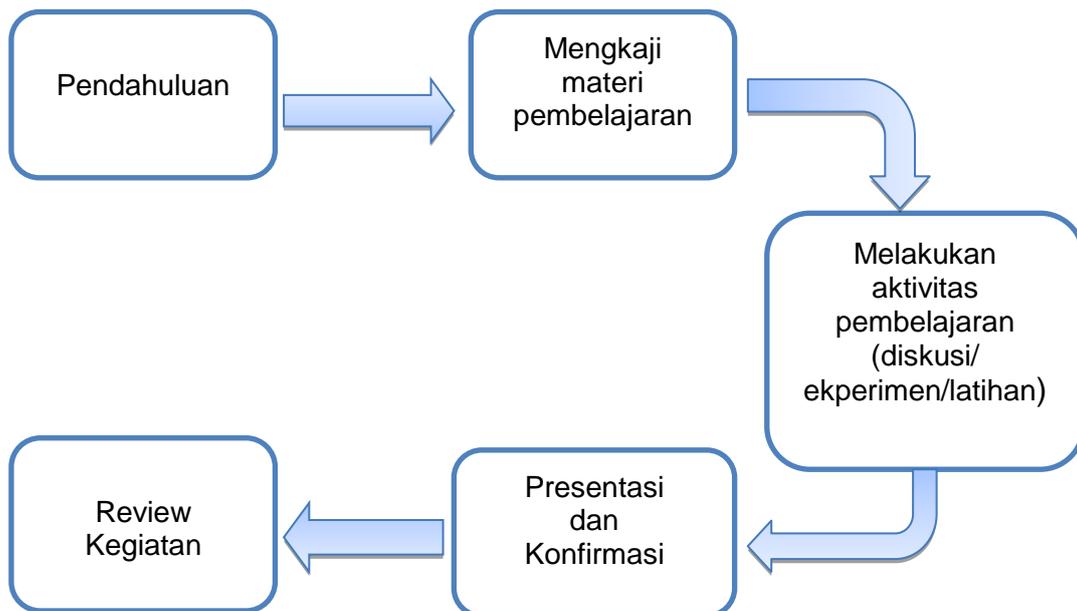
Materi pada modul berisi kajian materi profesional yang terdiri atas:

- Momentum dan Tumbukan
- Gerak Melingkar
- Gerak rotasi
- Pesawat Sederhana



E. Saran Cara Penggunaan Modul

Cara penggunaan modul pada setiap Kegiatan Pembelajaran secara umum sesuai dengan skenario setiap penyajian materi pembelajaran. Langkah – langkah belajar secara umum adalah sebagai berikut.



Deskripsi Kegiatan

1. Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada peserta untuk mempelajari :

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

2. Mengkaji materi pada modul

Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada peserta untuk mempelajari materi modul 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/instruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, melakukan eksperimen, latihan dsb.

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



KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

IMPULS DAN MOMENTUM

Keberhasilan pembelajaran secara keseluruhan selain tergantung pada keberhasilan guru dalam merencanakan pembelajaran, juga terkait dengan penguasaan guru terhadap materi yang diampunya. Kompetensi guru terkait pedagogi seperti merencanakan pembelajaran, melaksanakan pembelajaran, dan mengevaluasi pembelajaran, tentu tidak terlepas dari materi apa yang akan dibelajarkannya. sehingga kompetensi pedagogi tersebut baru akan bermakna edukasi jika diaplikasikan terhadap materi. Kemampuan mengaplikasikan kompetensi pedagogi terhadap materi pembelajaran kita kenal dengan istilah PCK yaitu kepanjangan dari "*Pedagogical Content Knowledge*"

Dalam kegiatan pembelajaran ke 1 untuk kelompok kompetensi C, disajikan pembahasan materi tentang Impuls dan Momentum. Materi yang dibahas masih dalam domain fisika klasik dengan bersandarkan pada Hukum-hukum Newton.

A. Tujuan

Setelah mempelajari modul dan mengikuti kegiatan Guru Pembelajar Mata Pelajaran Fisika SMA Kelompok Kompetensi C, peserta dapat mengidentifikasi hukum kekekalan momentum, tumbukan elastik, dan tumbukan inelastik.

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

Setelah mempelajari modul dan mengikuti kegiatan Guru Pembelajar Mata Pelajaran Fisika SMA Kelompok Kompetensi C, peserta diharapkan dapat:

1. menjelaskan hukum kekekalan mometum;
2. mendeskripsikan tumbukan elastik;
3. mendeskripsikan tumbukan inelastik;
4. menerapkan Hukum kekekalan momentum dalam perhitungan.



C. Uraian Materi

Momentum linear

Momentum linear atau biasa disingkat momentum didefinisikan sebagai hasil kali massa dengan kecepatan.

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

\vec{p} = momentum (kg.m/detik), m = massa (kilogram), \vec{v} = kecepatan (meter/detik)

Momentum adalah besaran vektor yang arahnya sama dengan arah kecepatan.

Impuls

Impuls didefinisikan sebagai hasil kali gaya atau resultan gaya dengan selang waktu.

$$\vec{I} = \sum \vec{F} \Delta t$$

\vec{I} = impuls (N.detik), $\sum \vec{F}$ = gaya total (newton), Δt = selang waktu (detik).

Impuls merupakan besaran vektor yang arahnya sama dengan arah gaya. Impuls menyebabkan perubahan momentum. Perubahan momentum yang dihasilkan sama dengan impuls (besar dan arahnya). Sehingga jika suatu gaya konstan \vec{F} bekerja pada suatu waktu Δt pada suatu benda dengan massa m mengubah kecepatannya dari nilai awal \vec{v}_i menjadi nilai akhir \vec{v}_f , maka impuls adalah perubahan momentum:

$$\sum \vec{F} \Delta t = m(\vec{v}_f - \vec{v}_i)$$

Kekekalan momentum linear

Jika gaya luar yang bekerja pada suatu sistem benda adalah nol, maka jumlah semua vektor momentum akan tetap konstan. Pada suatu peristiwa tumbukan atau ledakan, resultan gaya luarnya = 0, maka berlaku hukum kekekalan momentum yaitu jumlah semua vektor momentum sesaat sebelum peristiwa tersebut sama dengan jumlah semua vektor momentum sesaat setelah peristiwa tumbukan atau ledakan. Dengan kata lain jumlah semua vektor momentum benda yang bertumbukan atau meledak tidak berubah.

Sebelum setelah



$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$$

Tumbukan elastis sempurna terjadi pada saat jumlah energi kinetik translasi benda tidak berubah selama tumbukan

$$\frac{1}{2} m_1 \vec{v}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \vec{v}_2^2 = \frac{1}{2} m_1 \vec{v}'_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \vec{v}'_2^2$$

Untuk sembarang tumbukan antara dua benda yang bergerak disepanjang satu garis lurus didefinisikan suatu tetapan koefisien restitusi e , dengan persamaan :

$$e = \frac{\vec{v}'_2 - \vec{v}'_1}{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}$$

Untuk suatu tumbukan elastis sempurna $e = 1$, untuk tumbukan elastis sebagian $e < 1$, dan untuk tumbukan tidak elastis yaitu kedua benda tetap menempel setelah tumbukan $e = 0$.

Hubungan Impuls dan momentum

Impuls menyebabkan perubahan momentum yang terjadi pada benda. Hubungan impuls dengan momentum dapat digambarkan melalui persamaan,

$$\vec{I} = \Delta \vec{p} = \vec{P}_2 - \vec{P}_1$$

Keterangan:

\vec{I} = impuls

\vec{P}_2 = momentum akhir

\vec{P}_1 = momentum awal

Aplikasi momentum

Peningkatan prestasi olahragawan, peristiwa suatu tabrakan, atau sisa tembakan yang ditinggalkan oleh penjahat dapat dianalisis kebenarannya dengan menggunakan konsep fisika khususnya konsep momentum. Konsep momentum telah banyak dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Aplikasi atau penerapan konsep momentum dapat digunakan dalam dunia olah raga misalnya banyak dimanfaatkan oleh petinju, karateka, tenis, dan sebagainya. Selain itu konsep momentum dimanfaatkan juga dalam analisis yang berkaitan dengan dunia balistik.



A. Dalam Bidang Olah raga

1. Tinju & Karate

Akibat pukulan yang ditimbulkan oleh seorang petinju atau karateka terhadap lawannya tergantung pada teknik yang digunakan pada saat melancarkan pukulan. Untuk meningkatkan bobot pukulannya, seorang petinju pada saat melancarkan pukulannya menambah dengan gerakan badan. Pukulan yang diikuti dengan gerakan badan dimaksudkan untuk menambah massa. Sehingga, momentumnya menjadi semakin besar.

Berbeda dengan petinju, seorang karateka untuk meningkatkan momentum pukulannya adalah dengan cara meningkatkan kecepatan gerak tangan.



Gambar 1.1 Momentum Pukulan

(Sumber : <http://dequawitchyways.blogspot.co.id/2015/02/10-seni-bela-diri-terbaik-paling.html>)

Cara yang dilakukan petinju dan karateka untuk meningkatkan momentum pukulan berbeda. Untuk meningkatkan kekerasan (momentum) seorang petinju melakukannya dengan cara menambah gerakan badan, sedangkan karateka dengan cara menambah kecepatan. Tujuan akhir kedua cara tersebut adalah untuk memperbesar momentum atau meningkatkan kekerasan pukulan.

2. Tenis

Kekerasan pukulan seorang petenis pada saat melakukan pukulan serve tergantung cara mengayunkan raket. Momentum akan menjadi lebih besar jika pada saat memukul bola seorang petenis mengetahui bahwa tumbukan



antara raket dengan bola berada dalam satu sistem, sehingga momentum total antara bola dengan raket adalah konstan. Seorang petenis mengetahui kapan saat yang tepat untuk memukul bola pada saat melakukan serve. Massa bola pada saat kecepatan yang ditimbulkan petenis yang paling besar dinamakan massa efektif.

Besarnya massa efektif dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan,

$$M \cdot V = M \cdot V' + m \cdot v'$$

$$M = \frac{m \cdot V'}{V - V'}$$

Dimana,

M = massa efektif

m = massa bola

v' = kecepatan bola

V = kecepatan sebelum tumbukan

V' = kecepatan setelah tumbukan

B. Dalam Bidang Teknik

1. Uji Balistik

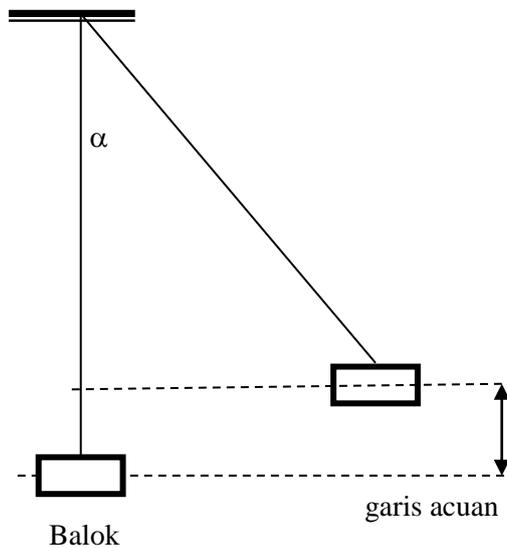
Dalam suatu kasus penembakan secara gelap, sulit ditentukan siapa yang melakukan penembakan. Berdasarkan data yang ada (korban tembakan) dapat diperkirakan dari jarak berapa suatu tembakan dilepas.

Untuk mengetahui dari jarak berapa meter sebuah peluru ditembakkan oleh petembak gelap dapat dilakukan uji balistik. Dengan uji (ayunan) balistik kita dapat memperkirakan dari jarak berapa meter suatu tembakan dilepas, seperti diilustrasikan pada **Gambar 1.2**.

Konsep dasar fisika yang berkaitan dengan uji balistik adalah hukum kekekalan momentum, yang menyatakan :“Momentum sistem sebelum tumbukan sama dengan momentum sistem setelah tumbukan“. Secara matematis pernyataan tersebut dapat dituliskan

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}'_1 + \vec{p}'_2$$

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$$



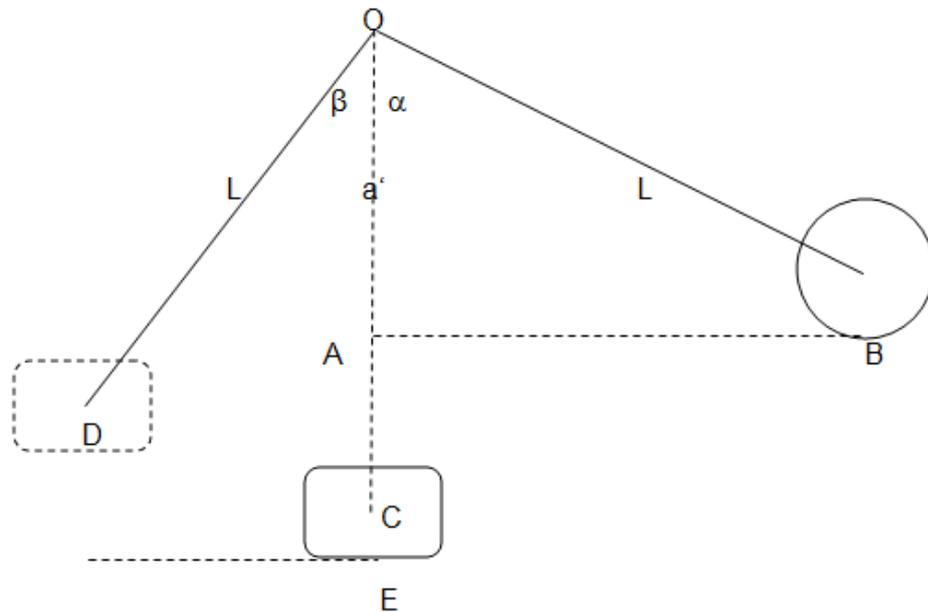
Gambar 1.2 *Ayunan Balistik*

2. Uji Kekuatan Bahan

Pengujian kekuatan bahan dapat digunakan dengan menggunakan konsep impuls dan momentum. Cara yang dilakukan adalah dengan meletakkan bahan pada posisi yang telah ditentukan, kemudian godam dilepas dengan ayunan.

Kuat lemahnya bahan yang diuji dapat dilihat dengan memperhatikan bekas yang ditimbulkan oleh ayunan godam.

Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar 1.3 Ayunan Godam untuk Pengujian Bahan

Benda yang akan diuji kekuatannya berada di posisi E, sedangkan posisi awal godam berada di B. Jika godam dilepas dan akhirnya mengenai benda yang diuji. Berarti dari keadaan awal godam hingga mengenai benda yang diuji, godam mengalami perubahan energi potensial. Posisi godam setelah tumbukan akan bergerak ke arah asal.

Demikian juga dengan benda yang diuji. Benda yang diuji mula-mula berada di posisi E, karena mendapatkan momentum dari godam, benda yang diuji bergerak ke posisi D. Berarti benda yang diuji juga mengalami perubahan energi potensial. Tentunya ada energi yang berasal dari godam yang diserap oleh benda yang diuji. Besar energi yang diserap inilah yang digunakan untuk menentukan kekuatan bahan yang diuji.

Untuk menganalisis bagaimana besar tegangan atau bekas dari benda yang diuji dapat kita tentukan dengan cara :

$$a' = L \cos \alpha$$

$$OB = L$$

$$AE = L - L \cos \alpha$$

Jika massa godam diketahui, misalnya m maka :

$$E_{p1} = m (L - L \cos \alpha)$$



$$OD = L$$

$$OC = L \cos \beta$$

$$CE = L - L \cos \beta$$

$$Ep_2 = m (L - L \cos \beta)$$

Energi yang diserap benda yang diuji adalah :

$$E = Ep_1 - Ep_2$$

$$= \{ m (L - L \cos \alpha) - m (L - L \cos \beta) \}$$

$$= \{ (\cancel{mL} - mL \cos \alpha) - (\cancel{mL} - mL \cos \beta) \}$$

$$= mL \cos \beta - mL \cos \alpha$$

$$= mL (\cos \beta - \cos \alpha)$$

Bekas (jejak) yang ditimbulkan oleh ayunan godam tidak lain adalah besar tegangan takik (E / A) dimana :

E = Energi yang diserap benda yang diuji

A = Luas penampang benda yang diuji

$$\text{Besarnya tegangan takik} = \frac{mL(\cos\beta - \cos\alpha)}{A}$$

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang disarankan dalam mempelajari modul C adalah melalui diskusi kelompok dan praktikum. Beberapa panduan diskusi kelompok dan praktikum, disajikan berikut ini.

Praktik Kekekalan Momentum

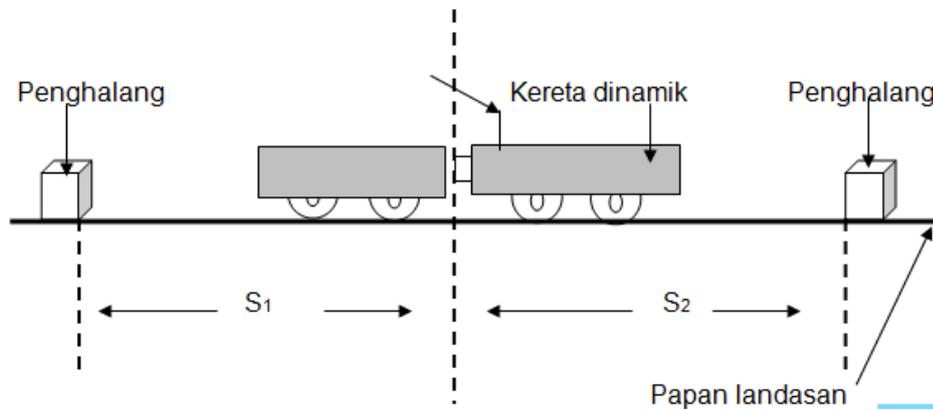
1. Tujuan

Menemukan hukum kekekalan momentum

2. Alat dan Bahan

- Papan peluncur
- Kereta dinamika
- Palu
- Penggaris panjang 100 cm
- Stop watch
- Timbangan/neraca

3. Percobaan/Prosedur



- Rakitlah alat-alat seperti pada gambar di atas. Tekanlah alat *plunger*, yang berupa Per pada kereta dinamik, sehingga kedua kereta dinamika menyangkut.
- Letakan kedua kereta dinamika itu secara berimpit dan berhadap-hadapan. Berilah penghalang batas lintasan disebelah *kiri* dan *kanan* kereta dinamika, dengan demikian kalau PEN di pukul kedua kereta bergerak berlawanan arah dan akan menumbuk penghalang tadi. Aturilah letak penghalang sehingga terjadi pada waktu yang bersamaan, jika bunyi telah bersamaan ukurlah jarak antara kereta dinamika dengan penghalang tadi.

Maka untuk jarak S adalah $S_1 = -V_1 \cdot t$ dan $S_2 = V_2 \cdot t$

Atau
$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{-V_1}{V_2}$$

$F \times t = m \times V$, untuk dapat memenuhi kekekalan momentum ini harus dipenuhi hubungan :

$$\frac{S_1}{S_2} = -\frac{m_1}{m_2} \text{ akan berarti pula bahwa :}$$

$$\frac{m_2}{m_1} = -\frac{V_1}{V_2} \quad \text{atau} \quad m_1 \cdot V_1 = -m_2 \cdot V_2$$

$$m_1 \cdot V_1 + m_2 \cdot V_2 = Q$$

- Untuk meyakinkan hasil percobaan tersebut ulangilah percobaan di atas sebanyak empat kali, kemudian tuliskan data yang anda peroleh pada kolom tabel yang tersedia di bawah ini. Hukum Kekekalan momentum pada ledakan persamaannya sebagai berikut :

$$m_1 \cdot V_1 = m_2 \cdot V_2$$



4. Tabel Pengamatan

No.	S ₁ (jarak kereta pertama)	S ₂ (jarak kereta kedua)	V ₁ (kecepatan ke 1)	V ₂ (kecepatan ke 2)
1				
2				
3				
4				
5				

5. Tugas dan Pertanyaan

- Carilah : S₁ rata-rata dan V₁ rata-rata
- S₂ rata-rata dan V₂ rata-rata
- Hitunglah kekekalan momentum F₁, F₂, F₃ , dan F₄.
- Dimanakah energi itu disimpan sebelum kereta dinamika itu melakukan ledakan (dorongan pegas)
- Kesimpulan apakah yang anda peroleh dari percobaan di atas menurut hukum kekekalan momentum!

E. Latihan/Kasus/Tugas

Contoh Soal dan Penyelesaiannya

- sebuah gotri yang massanya 9,0 gram dilontarkan ke arah mendatar menggunakan pelontar dan mengenai benda sasaran diam yang massanya 8,0 kilogram. Setelah mengenai sasaran gotri tersebut menancap pada benda sasaran, dan bergerak bersama benda sasaran dengan laju 50 cm/det. Berapakah kecepatan awal gotri?

Pembahasan:

momentum sistem sebelum tumbukan = momentum sistem setelah tumbukan

(momentum gotri) + (momentum benda sasaran) = (momentum gotri + benda sasaran)

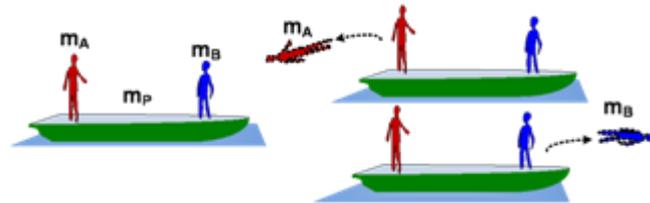
$$m_g v_g + m_b v_b = (m_g + m_b) v'_{bg}$$

$$(0,0090 \text{ kg}) v_g + 0 = (8,0090 \text{ kg}) 0,50 \text{ m/det}$$

Sehingga diperoleh $v_g = 445 \text{ m/det} = 0,445 \text{ km/det}$ arah positif.

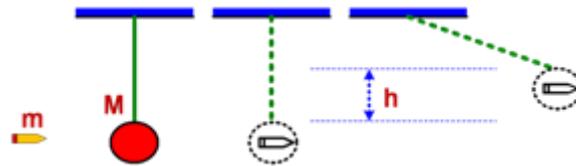
Latihan soal

1. Dua orang anak masing-masing A bermassa 75 kg dan B bermassa 50 kg menaiki perahu yang bergerak ke arah kanan dengan kelajuan 20 m/s.



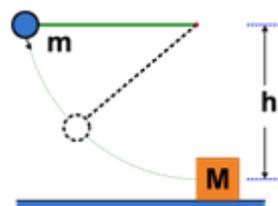
Jika massa perahu adalah 225 kg tentukan kelajuan perahu saat :

- a) anak A meloncat ke belakang dengan kelajuan 50 m/s
 - b) anak B meloncat ke arah depan dengan kelajuan 50 m/s
2. Bola bermassa $M = 1,90$ kg digantung dengan seutas tali dalam posisi diam seperti gambar dibawah.



Sebuah peluru bermassa $m = 0,10$ kg ditembakkan hingga bersarang di dalam bola. Jika posisi bola mengalami kenaikan sebesar $h = 20$ cm dan percepatan gravitasi bumi adalah 10 m/s^2 tentukan kelajuan peluru saat mengenai bola!

3. Bola bertali m memiliki massa 0,1 kg dilepaskan dari kondisi diam hingga menumbuk balok $M = 1,9$ kg seperti diperlihatkan gambar berikut!



Jika bola m dan balok M bergerak bersama setelah bertumbukan dan panjang tali pengikat bola m adalah 80 cm, tentukan kelajuan keduanya!

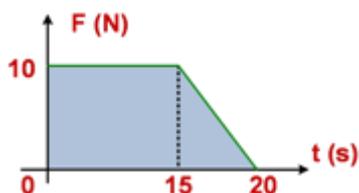


- Sebuah granat yang diam tiba-tiba meledak dan pecah menjadi 2 bagian yang bergerak dalam arah berlawanan. Perbandingan massa kedua bagian itu adalah $m_1 : m_2 = 2 : 3$. Bila energi yang dibebaskan adalah 5×10^5 joule, maka perbandingan energi kinetik pecahan granat kedua dan pecahan pertama adalah (Modifikasi Soal UMPTN Tahun 1991)
- Sebuah benda bermassa 5 kg mengalami perubahan kecepatan dari 10 m/s menjadi 15 m/s. Tentukan impuls yang bekerja pada benda!
- Bola bermassa 0,2 kg dengan kelajuan 20 m/s dilempar ke arah pemukul seperti diperlihatkan gambar di bawah!



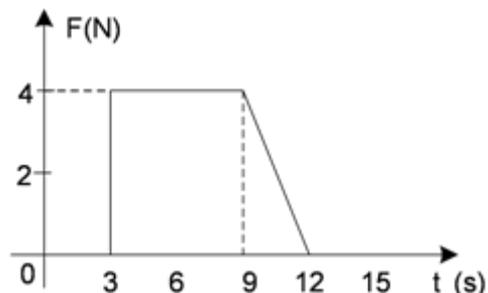
Agar bola berbalik arah dengan kelajuan 30 m/s tentukan besar gaya pemukul jika waktu kontak antara pemukul dan bola 0,001 sekon!

- Sebuah benda bermassa 1 kg dipengaruhi gaya selama 20 sekon seperti ditunjukkan grafik berikut!



Jika kelajuan awal benda 50 m/s tentukan kelajuan benda saat detik ke 15!

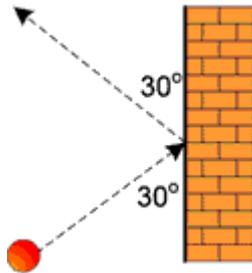
- Perhatikan grafik berikut



Grafik di atas menyatakan hubungan gaya F yang bekerja pada benda bermassa 3 kg terhadap waktu t selama gaya itu bekerja pada benda.

Bila benda mula-mula diam, maka kecepatan akhir benda dalam m s^{-1} adalah... (UMPTN1991)

9. Dalam suatu permainan sepakbola, seorang pemain melakukan tendangan penalti. Tepat setelah ditendang bola melambung dengan kecepatan 50 m/s . Bila gaya tendangan 250 N sepatu pemain menyentuh bola selama $0,3$ sekon maka massa bola adalah.... (Ebtanas 1999)
10. Sebuah benda bermassa $0,2 \text{ kg}$ dalam keadaan diam dipukul sehingga bergerak dengan kecepatan 14 m/s . Jika gaya bekerja selama $0,01$ sekon, maka besar gaya yang diberikan pada benda adalah....(Ebtanas 1996)
11. Sebuah mobil bermassa 5 ton bergerak dengan kelajuan 20 m/s . Tentukan besar impuls yang harus diberikan untuk menghentikan mobil tersebut!
12. Perhatikan gambar berikut ini!



Bola bermassa 100 gram menumbuk dinding tembok dengan kelajuan 25 m/s membentuk sudut 30° terhadap arah vertikal. Bola kemudian memantul dengan sudut dan kelajuan yang sama. Tentukan besar impuls yang terjadi pada bola tersebut

13. Benda bermassa $0,5 \text{ kg}$ jatuh bebas dari ketinggian 80 m . Besar impuls yang bekerja pada benda bila benda memantul dengan kecepatan 10 m.s^{-1} adalah.... (UN Fisika 2013)

(Sumber : <http://fisikastudycenter.com/fisika-xi-sma/31-momentum-dan-tumbukan.>)



F. Rangkuman

Momentum adalah hasil perkalian antara massa benda dengan kecepatan yang dimiliki benda tersebut.

Impuls adalah hasil kali gaya dengan lamanya waktu gaya bekerja pada benda tersebut.

Hukum kekekalan momentum pada tumbukan adalah: "Momentum sistem sebelum tumbukan sama dengan momentum sistem setelah tumbukan".

Ayunan Balistik adalah metode yang digunakan untuk menentukan kecepatan gerak peluru.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah Anda mempelajari modul dan mengikuti kegiatan pembelajaran tentang Impuls dan Momentum, Anda dapat mengevaluasi diri dengan cara menganalisis kemampuan Anda dalam menyelesaikan soal latihan. Jika Anda dapat mengerjakan soal latihan dengan benar di atas 75%, maka Anda dapat melanjutkan ke materi berikutnya. Tetapi jika di bawah 75% silahkan Anda pelajari ulang materi ini dengan menambah referensi lain untuk pelajari dan berdiskusi untuk memperdalam materi.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

GERAK MELINGKAR

Keberhasilan pembelajaran secara keseluruhan selain tergantung pada keberhasilan guru dalam merencanakan pembelajaran, juga terkait dengan penguasaan guru terhadap materi yang diampunya. Kompetensi guru terkait pedagogi seperti merencanakan pembelajaran, melaksanakan pembelajaran, dan mengevaluasi pembelajaran, tentu tidak terlepas dari materi apa yang akan dibelajarkannya. sehingga kompetensi pedagogi tersebut baru akan bermakna edukasi jika diaplikasikan terhadap materi. Kemampuan mengaplikasikan kompetensi pedagogi terhadap materi pembelajaran kita kenal dengan istilah PCK yaitu kepanjangan dari "*Pedagogical Content Knowledge*"

Dalam kegiatan pembelajaran ke 2 untuk kelompok kompetensi C, disajikan pembahasan materi tentang Gerak Melingkar. Materi yang dibahas masih dalam domain fisika klasik dengan bersandarkan pada Hukum-hukum Newton.

A. Tujuan

Setelah mempelajari modul dan mengikuti kegiatan Guru Pembelajar Mata Pelajaran Fisika SMA Kelompok Kompetensi C, peserta dapat mengidentifikasi percepatan dan gaya sentripetal, hukum Kepler tentang sistem tata surya, hukum umum gravitasi Newton tentang jagat raya.

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

Setelah mempelajari modul dan mengikuti guru pembelajar Bagi Guru Fisika SMA kelompok kompetensi C, peserta diharapkan dapat

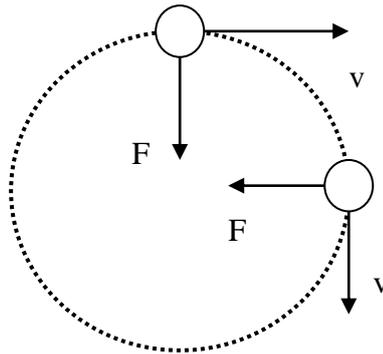
1. menjelaskan percepatan dan gaya sentripetal;
2. mendeskripsikan Hukum Kepler tentang sistem tata surya;
3. mendeskripsikan hukum umum gravitasi Newton tentang jagat raya;



4. menganalisis keteraturan gerak planet dalam tatasurya berdasarkan hukum-hukum Newton.

C. Uraian Materi

Gerak Melingkar



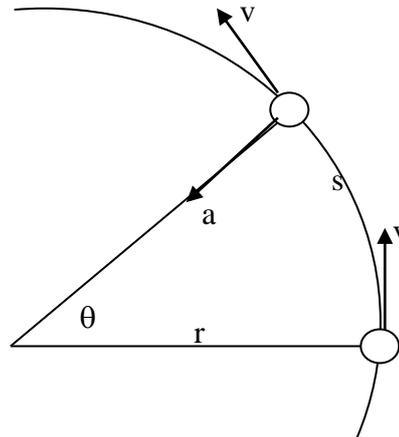
Gambar 2.1 Benda bergerak melingkar.

Gerak melingkar adalah gerak benda yang bentuk lintasannya melingkar. Pada benda yang bergerak melingkar bekerja gaya yang arahnya selalu ke satu titik. Pada benda yang bergerak melingkar, selalu akan kita temukan gaya yang arahnya ke satu titik itu. Arah gaya ke titik pusat lingkaran itu selalu tegak lurus arah kecepatan linier (lurus) benda yang bergerak melingkar.

Bulan bergerak melingkari Bumi, karena ada gaya gravitasi Bumi (gaya tarik menarik antara Bumi dan Bulan) yang menarik Bulan ke Bumi. Walaupun gaya gravitasi Bumi menarik Bulan ke Bumi, tetapi karena kecepatan Bulan bergerak dengan arahnya hampir tegak lurus gaya gravitasi tersebut, bulan tidak tertarik ke Bumi, melainkan hanya bergerak mengelilingi bumi. Begitu juga Bumi dan planet-planet lain yang bergerak melingkari matahari. Gaya gravitasi Matahari (gaya tarik menarik antara matahari dan Bumi) yang menarik Bumi ke Matahari tidak menyebabkan Bumi jatuh ke Matahari, karena kecepatan Bumi arahnya hampir tegak lurus arah gaya gravitasi Matahari.

Gerak Melingkar Beraturan

Jika gerak melingkar benda merupakan gerak melingkar beraturan, analisis matematik secara lengkapnya adalah sebagai berikut ini.



Gerak melingkar beraturan adalah gerak melingkar yang besar kecepatan sudut (ω) gerak benda itu selalu tetap, sehingga percepatan sudutnya (α) sama dengan nol. Kecepatan liniernya berubah, tapi kelajuannya tetap. Besar sudut yang ditempuh sama dengan besar busur lintasan dibagi jari-jari, atau

$$\theta = s/r.$$

Kecepatan sudut sama dengan besar sudut yang ditempuh per satuan waktu, atau

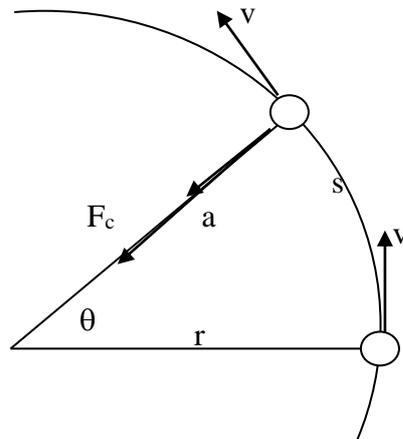
$$\omega = \theta/t.$$

Sedangkan hubungan kecepatan linier dengan kecepatan sudutnya: $v = \omega \cdot r$ dan percepatan liniernya $a = \omega^2 \cdot r = v^2/r$. Silahkan Anda buktikan persamaan tersebut.

Gerak Melingkar Berubah Beraturan

Gerak melingkar berubah beraturan adalah gerak melingkar yang percepatan sudutnya tetap. Karena percepatan sudutnya tetap, maka analog dengan gerak lurus berubah beraturan. Persamaan-persamaan parametrik gerak melingkar berubah beraturan adalah sebagai berikut ini.

Perhatikan gambar berikut.



Kecepatan sudut: $\omega_t = \omega_o + \alpha.t$

Besar sudut yang ditempuh: $\theta = \omega_o.t + \frac{1}{2} \alpha.t^2$

Percepatan radial (arahnya ke pusat lingkaran): $a_R = v^2/r = \omega^2.r$

Percepatan tangensial (yang menyinggung busur lintasan): $a_T = \alpha.r$

Percepatan liniernya merupakan perjumlahan dari percepatan radial dan

tangensial sebagai berikut ini: $a = \sqrt{a_T^2 + a_R^2}$

Gaya Sentripetal

Pada setiap gerak melingkar akan ada gaya sentripetal, yaitu gaya yang menarik benda yang bergerak lurus ke satu titik pusat. Gaya sentripetal inilah yang menahan gerak benda dari gerak lurus menjadi gerak melingkar.

Sesuai dengan Hukum II Newton, maka besar gaya sentripetal (F_c) dinyatakan sebagai berikut.

$$F_c = m.a_c$$

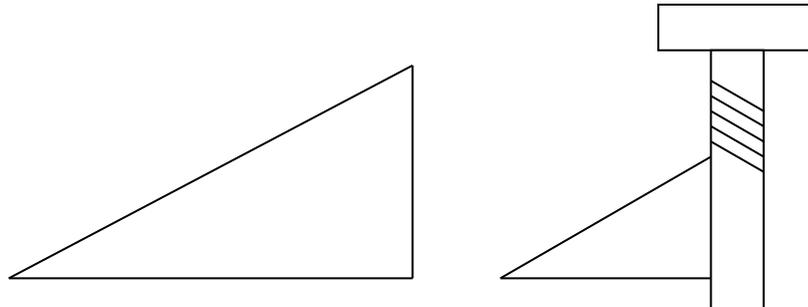
$$F_c = \frac{m.v^2}{r}$$

Persamaan parameterik itu menyatakan bahwa besar gaya sentripetal ditentukan oleh massa benda yang bergerak melingkar, kecepatan linier benda itu, dan besar jari-jari lintasan benda itu. Tetapi persamaan parametrik itu tidak menunjukkan bahwa gaya sentripetal ditimbulkan oleh m , v , dan atau r . Gaya sentripetal terjadi oleh hal-hal lain, misalnya oleh gaya gravitasi bumi pada benda yang bergerak melingkari bumi, gaya gesekan ban dan jalan pada mobil yang membelok di tikungan, dan lain-lain.

Aplikasi Gaya Sentripetal

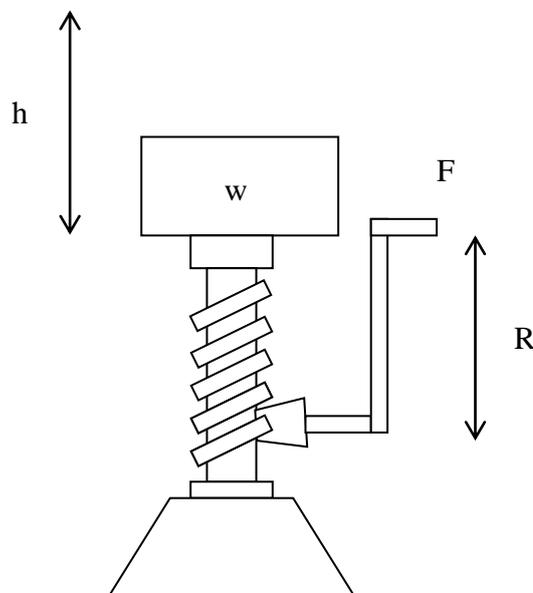
a. Ulir Sekrup

Ulir skrup dibuat berdasarkan prinsip bidang miring, perhatikan gambar berikut ini.



Dengan menggunakan ulir-ulir yang miring pada skrup, pemasangan baut pada skrup yang dilakukan dengan cara memutar baut atau skrup. Pengencangan baut pada skrup dapat dilakukan dengan gaya yang kecil dengan hasil pengencangan yang lebih besar dari gaya yang kita gunakan untuk mengencangkan baut.

Prinsip kerja dongkrak untuk mengangkat mobil bentuknya seperti pada gambar berikut ini.



Pada dongkrak itu berlaku: usaha oleh gaya F = usaha oleh gaya berat w .

$$2\pi RF = wh$$



$$F = \frac{h}{2\pi R} w$$

Jika: $h \ll 2\pi R$ maka: $F \ll w$

Jadi dengan gaya yang kecil dapat menaikkan beban yang gaya beratnya jauh lebih besar daripada gaya itu.

b. Gaya sentripetal pada gerak mobil

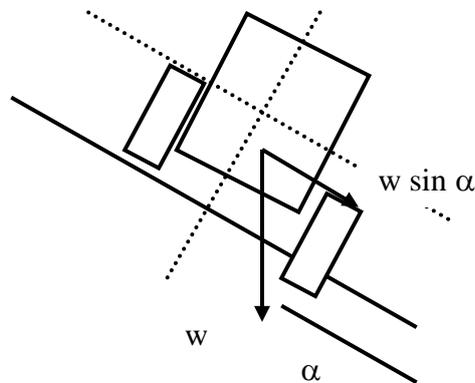
Dalam gerak melingkar besarnya gaya sentripetal yang arahnya menuju pusat lingkaran bergantung pada kecepatan benda, massa, dan jari-jari putaran, yaitu: $F = m \frac{v^2}{R}$ Jika v makin besar, gaya sentripetalnya pun akan makin besar pula.

Gaya sentripetal yang arahnya menuju pusat lingkaran merupakan gaya yang bersifat menahan gerak benda untuk tetap pada lintasan melingkar.

1) *Mobil yang menikung*

Pada saat kita berada di kendaraan dan kendaraan membelok pada suatu tikungan dengan kecepatan yang tinggi, kita akan terdorong ke sebelah luar lingkaran tikungan itu. Hal itu dikarenakan adanya sifat kelembaman badan kita. Gaya yang bekerja pada badan kita yang bergerak melingkar sama dengan besar gaya sentripetal kendaraan itu. Gaya sentripetal yang menahan mobil untuk tetap dapat berputar adalah gaya gesekan antara ban dan jalan. Yang arahnya ke pusat tikungan jalan. Dengan demikian, pada waktu jalan licin, misalnya karena hujan, membelok dengan kecepatan tinggi dapat menyebabkan mobil terlempar ke luar lingkaran tikungan, karena gaya gesekan ban dengan jalan relatif kecil.

Untuk mengurangi kecelakaan, maka jalan yang menikung (berbelok) harus dimiringkan ke sebelah dalam, sehingga kendaraan yang berkecepatan tinggi tidak terlempar ke luar dari tikungan itu. Atau motornya yang dimiringkan seperti layaknya orang balapan. Tahukah Anda mengapa demikian, coba ilustrasikan dengan sketsa!



F_{sp} = Gaya sentripetal

$$F_{sp} = w \sin \alpha$$

$$F_{sp} = m(v^2/R)$$

v = kecepatan kendaraan

R = Jari-jari tikungan jalan

$$m \cdot (v^2/R) = m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = v^2/R \cdot g$$

α = sudut kemiringan jalan

2) Tong setan dan Roll Coyster

Tong setan adalah akrobat motor pada jalan yang dibentuk menyerupai sebuah tong. Motor yang melaju di bagian dalam dinding tong harus memiliki kecepatan yang cukup menimbulkan gaya sentripetal dan motornya dapat bergerak miring agar ada komponen gaya normal arah ke atas yang lebih besar daripada gaya berat motor dan penumpangnya itu.

Gaya sentripetal diperoleh dari komponen gaya normal ke arah pusat lingkaran $F = m \cdot (v^2/R)$ sedangkan gaya berat benda adalah

$$w = m \cdot g \sin \theta$$

Roll Coyster yang mirip sebuah kereta api kecil mampu memutar rel yang dipasang vertikal. Prinsipnya sama dengan akrobat motor dalam tong setan. Gaya sentripetal yang lebih besar dari gaya berat kereta dan orang menyebabkan kereta dan orang tidak jatuh pada saat kereta dan orang dalam keadaan terbalik di rel paling atas pada rel yang melingkar vertikal.

c. Momen Inersia

Momen inersia merupakan kecenderungan suatu benda untuk mempertahankan dirinya dari gerak rotasi. Dalam kata lain, momen inersia merupakan ukuran kesulitan dalam mengubah putaran suatu benda. Makin besar momen inersia suatu benda, makin sulit benda itu diubah putarannya.



Besarnya momen inersia turut ditentukan oleh massa, bentuk, dan letak sumbu putarnya.

Berdasarkan hal tersebut, roda sepeda dan sepeda motor umumnya diberi jari-jari untuk memperkecil momen inersia roda tersebut.

d. Gerak penari Balet

Hukum kekekalan momentum angular menyatakan bahwa jumlah momentum suatu benda adalah tetap. $I \cdot \omega = \text{Tetap}$. Seorang penari balet berotasi pada satu kaki. Satu kakinya lagi diluruskan. Bila kaki yang diluruskan kemudian ditarik ke dalam, momen inersianya akan menjadi kecil, akibatnya kecepatan sudutnya menjadi besar. Dalam kata lain gerak rotasinya menjadi lebih cepat.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran yang disarankan dalam mempelajari modul C adalah melalui diskusi kelompok dan praktikum. beberapa panduan diskusi kelompok dan praktikum, disajikan berikut ini.

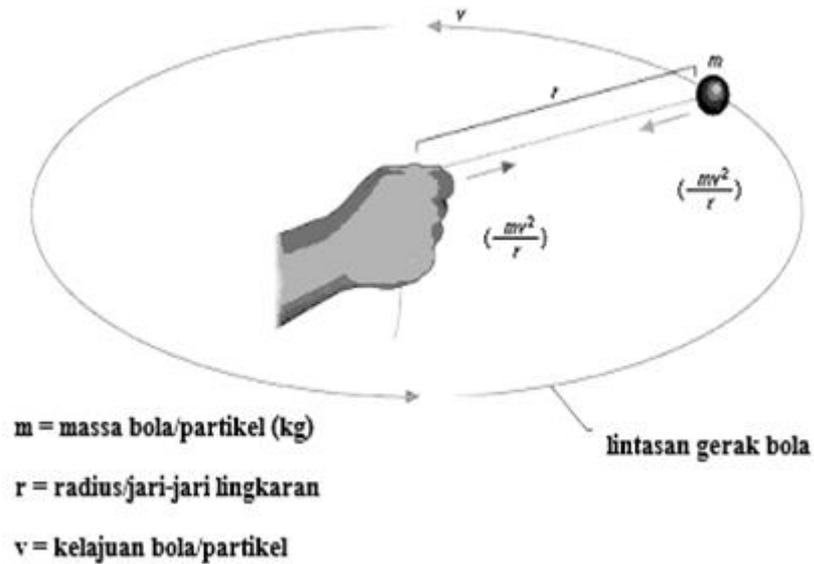
1. Lembar Percobaan 1 : gaya sentripetal

Judul: Gaya sentripetal

Tujuan: Menganalisa gaya sentripetal

Langkah kegiatan :

Ketika suatu peluru/bola diputar di suatu lingkaran, sedang mempercepat dalam batin. Percepatan ini disebabkan oleh suatu gerak menuju pusat, atau, gaya yang ada dipengaruhi oleh tegangan dawai/tali itu. Gaya yang diperlukan sama dengan mv^2/r , di mana m = massa dari peluru/bola, v kecepataannya (arah dan besar kecepatan), dan r jaraknya dari pusat revolusi.

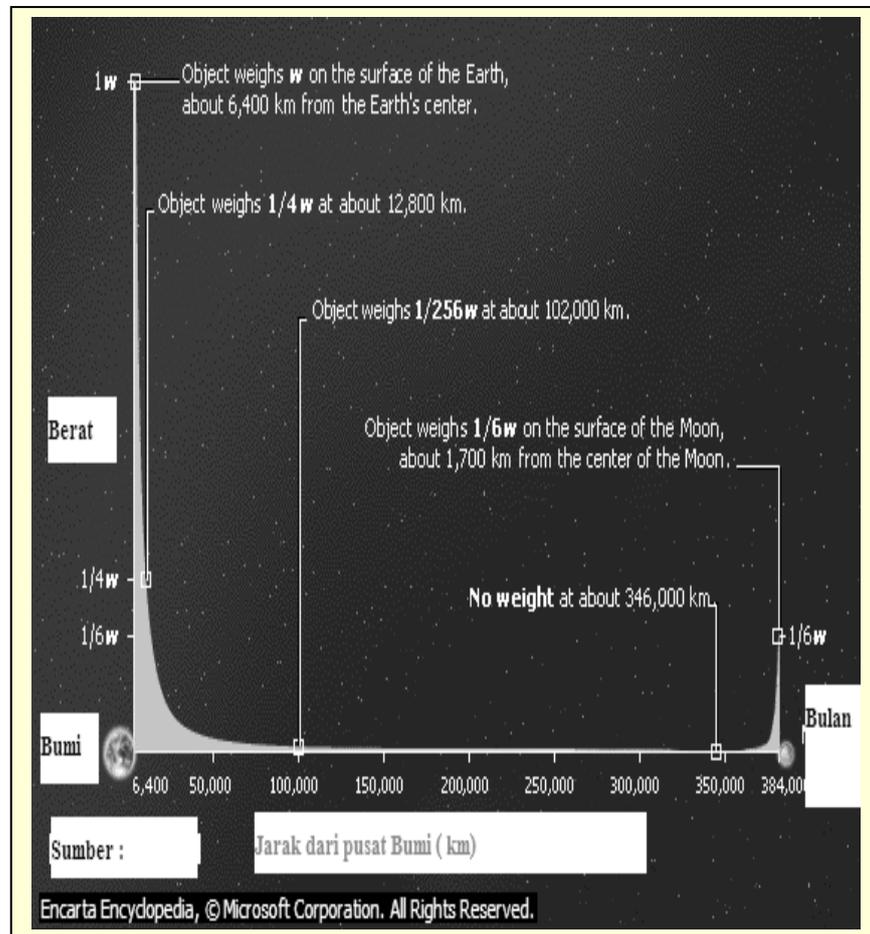


Gambar 2.2 Gaya sentripetal

- a. Orbit bulan dapat dianggap sebagai lingkaran, tentukan percepatan sentripetal bulan!
 - b. Dari Gambar di atas, berapakah gaya sentripetal yang menjaga bulan tetap pada orbitnya ?
2. Lembar Percobaan Manual-2 : Gaya gravitasi pada benda di bumi dan bulan
- Judul : Grafik mengenai bumi dan bulan
- Tujuan : Menganalisa gaya gravitasi pada benda di bumi dan bulan melalui gambar



Langkah kegiatan:



Gambar 2.3 Gaya gravitasi pada bumi dan bulan

Dikarenakan massa Bulan lebih kecil dibandingkan massa Bumi, berat dari suatu benda di atas permukaan Bulan hanya $1/6$ berat obyek benda pada permukaan Bumi.

Grafik ini menunjukkan bagaimana banyaknya benda yang seimbang dari w di atas bumi akan seimbang pada titik-titik berbeda antara bumi dan Bulan. Karena bumi dan Bulan bergerak dalam arah kebalikan, ada suatu titik, sekitar 346.000 km (215,000 mil) dari Bumi, jika di balik gaya gravitasi dan berat benda akan nol.

1. Amati data mengenai gravitasi pada bumi dan bulan Gambar 7.3 gaya gravitasi pada bumi dan bulan

2. Apakah kesimpulan anda dari data-data mengenai bumi dan bulan pada gambar 7.3 di atas?

Keajaiban Hukum Kekekalan Momentum Sudut

Tujuan

Menunjukkan fenomena alam berupa Hukum Kekekalan Momentum Sudut, dan gaya gesek.

Kegiatan

Alat dan Bahan:

- Pensil 1 buah
- Benang kasur 1 meter
- Cangkir 1 buah
- Mur 1 buah (bisa diganti dengan klip kertas)

Langkah :

1. Rangkai alat seperti gambar berikut.



2. Pegang pensil dengan tangan kiri searah horizontal, dan tahan mur dengan tangan kanan.
3. Dengan penuh percaya diri, lepaskan mur, dan pegang pensil dengan kuat supaya tidak goyang.
4. Amati apa yang terjadi! Dugaan kita bahwa cangkir akan jatuh tidak terbukti karena tertahan oleh benang yang melilit pada pensil akibat gerak melingkar mur mengelilingi pensil pada saat cangkir jatuh.

Mengapa hal ini bisa terjadi?

Bila Anda melepaskan mur maka cangkir jatuh akibat gaya gravitasi, dan menarik mur ke arah pensil. Mur mulai berputar di sekitar pensil, seperti pendulum. Namun mur tersebut berputar seperti pendulum dengan benang yang semakin pendek sepanjang waktu. Sehingga mur akan berputar lebih cepat. Hal ini



disebabkan karena jari-jari lingkaran berkurang, jarak yang ditempuh mur mengitari titik pusat (pensil) menurun. Hal ini menyebabkan waktu yang dibutuhkan juga lebih singkat, sehingga mur berputar lebih cepat.

Proses tersebut bekerja mengikuti Hukum Kekekalan Momentum Sudut di mana benang yang semakin pendek menyebabkan momen inersia mur berkurang sehingga kecepatan sudutnya meningkat, Setelah benang beberapa kali melilit pensil, gaya gesek antara tali dan pensil akan membuat tali tidak lagi turun, sehingga cangkir tertahan.

Efek ini terjadi pada *ice skater* yang melakukan perputaran sangat cepat. Ketika *ice skater* mulai berputar, berat badan mereka menyebar, tetapi karena mereka menarik berat badan mereka ke dalam, mereka berputar lebih cepat dan lebih cepat.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Contoh Soal dan Pembahasan

1. Sebuah titik pada tepi silinder bergerak melingkar dengan kelajuan konstan 10 m/s. Jari-jari silinder = 1 meter. Tentukan (a) kelajuan tepi silinder 5 sekon kemudian (b) jarak yang ditempuh tepi silinder 5 sekon kemudian (c) percepatan sentripetal titik yang berjarak 0,5 meter dan 1 meter dari poros alias sumbu putar.

Pembahasan:

Diketahui :

Jari-jari silinder (r) = 1 meter

Kelajuan tepi silinder (v) = 10 m/s

Ditanya :

(a) kelajuan tepi silinder (v) setelah $t = 5$ sekon

(b) jarak tempuh (s) tepi silinder setelah $t = 5$ Sekon

(c) percepatan sentripetal (a_s)

Jawab :

(a) kelajuan titik pada tepi silinder setelah 5 sekon



Silinder bergerak melingkar dengan kelajuan konstan karenanya 5 sekon kemudian, kelajuan tepi silinder tetap 10 meter/sekon

(b) jarak tempuh titik pada tepi silinder setelah 5 sekon

Tanpa rumus

Kelajuan 10 meter/sekon artinya setiap 1 sekon, titik pada tepi silinder bergerak sejauh 10 meter. Setelah 1 sekon, titik pada tepi silinder bergerak sejauh 10 meter. Setelah 2 sekon, titik pada tepi silinder bergerak sejauh 20 meter. Setelah 5 sekon, titik pada tepi silinder bergerak melingkar sejauh 50 meter.

Menggunakan rumus:

$$v = s / t$$

$$s = v t = (10)(5) = 50 \text{ meter}$$

(c) percepatan sentripetal (a_s)

Percepatan sentripetal sebuah titik berjarak 0,5 meter dari poros adalah :

$$a_s = v^2 / r = 10^2 / 0,5 = 100 / 0,5 = 200 \text{ m/s}^2$$

Percepatan sentripetal sebuah titik berjarak 1 meter dari poros adalah :

$$a_s = v^2 / r = 10^2 / 1 = 100 \text{ m/s}^2$$

Latihan Soal

1. Nyatakan dalam satuan radian :
 - a) 90°
 - b) 270°

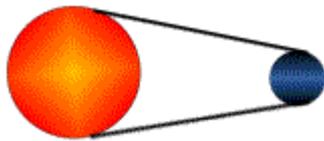
2. Konversikan ke dalam satuan rad/s :
 - a) 120 rpm
 - b) 60 rpm

3. Sebuah benda bergerak melingkar dengan kecepatan sudut 50π rad/s. Tentukan frekuensi putaran gerak benda!

4. Kecepatan sudut sebuah benda yang bergerak melingkar adalah 12 rad/s. Jika jari-jari putarannya adalah 2 meter, tentukan besar kecepatan benda tersebut!

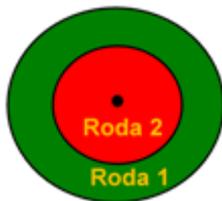


5. Sebuah benda bermassa 1 kg berputar dengan kecepatan sudut 120 rpm. Jika jari-jari putaran benda adalah 2 meter tentukan percepatan sentripetal gerak benda tersebut !
6. Gaya sentripetal yang bekerja pada sebuah benda bermassa 1 kg yang sedang bergerak melingkar beraturan dengan jari-jari lintasan sebesar 2 m dan kecepatan 3 m/s adalah....?
7. Dua buah roda berputar dihubungkan seperti gambar berikut!



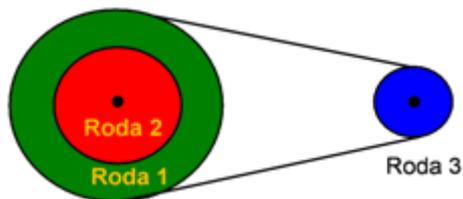
Jika jari jari roda pertama adalah 20 cm, jari-jari roda kedua adalah 10 cm dan kecepatan sudut roda pertama adalah 50 rad/s, tentukan kecepatan sudut roda kedua!

8. Dua buah roda berputar dihubungkan seperti gambar berikut!



Jika kecepatan roda pertama adalah 20 m/s jari-jari roda pertama dan kedua masing-masing 20 cm dan 10 cm, tentukan kecepatan roda kedua!

9. Tiga buah roda berputar dihubungkan seperti gambar berikut!



Data ketiga roda :

$$r_1 = 20 \text{ cm}$$

$$r_2 = 10 \text{ cm}$$



$$r_3 = 5 \text{ cm}$$

Jika kecepatan sudut roda pertama adalah 100 rad/s, tentukan kecepatan sudut roda ketiga!

10. Sebuah partikel bergerak melingkar dengan kecepatan sudut sebesar 4 rad/s selama 5 sekon. Tentukan besar sudut yang ditempuh partikel!
(sumber : <http://fisikastudycenter.com/fisika-x-sma/3-gerak-melingkar>)

F. Rangkuman

Gerak melingkar adalah gerak benda dalam lintasan yang berbentuk lingkaran. Gerak melingkar terjadi akibat adanya gaya yang bekerja pada benda yang bergerak. Arah gaya ini selalu ke satu titik tertentu.

Perpindahan sudut lazimnya dinyatakan dalam radian, derajat, dan putaran.

$$1 \text{ putaran} = 360^\circ = 2\pi \text{ radian}, \quad \pi = 22/7 \text{ atau } 3,14$$

$$1 \text{ radian} = 57,3^\circ$$

Satu radian dinyatakan dalam bentuk panjang busur l dihadapan sudut tersebut pada lingkaran dengan jari-jari r , sebagai berikut.

$$\theta = \frac{l}{r}$$

Kecepatan sudut (ω) suatu benda yang sumbu putarnya tetap adalah laju perubahan sudut θ terhadap waktu. Dinyatakan sebagai berikut.

$$\omega = \frac{\theta_f - \theta_i}{t} = 2\pi f$$

f = putaran/detik. Satuan ω adalah rad/det.

Percepatan sudut (α) suatu benda yang sumbu rotasinya tetap dinyatakan sebagai laju perubahan kecepatan sudut terhadap waktu.

$$\alpha = \frac{\omega_f - \omega_i}{t}$$

Persamaan gerak sudut dipercepat beraturan analog dengan persamaan gerak linear dipercepat beraturan. Analogi persamaannya disajikan berikut.



Linear

$$v = \frac{1}{2}(v_i + v_f)$$

$$s = vt$$

$$v_f = v_i + at$$

$$v_f^2 = v_i^2 + 2as$$

$$s = v_i t + \frac{1}{2}at^2$$

Sudut

$$\omega = \frac{1}{2}(\omega_i + \omega_f)$$

$$\theta = \omega t$$

$$\omega_f = \omega_i + \alpha t$$

$$\omega_f^2 = \omega_i^2 + 2\alpha\theta$$

$$\theta = \omega_i t + \frac{1}{2}\alpha t^2$$

Hubungan antara besaran sudut dan tangensial dinyatakan sebagai berikut.

$$l = r\theta, \quad v = r\omega, \quad a = r\alpha$$

Suatu benda titik bermassa m yang bergerak dengan laju tetap v mengelilingi sebuah lingkaran dengan jari-jari r akan mengalami percepatan yang dikenal dengan percepatan sentripetal (a). meskipun besar kecepatan linearnya tetap, namun arah kecepatannya terus berubah. Perubahan kecepatan ini menyebabkan meningkatnya percepatan benda tersebut yang arahnya menuju pusat lingkaran. Percepatan sentripetal dirumuskan sebagai berikut.

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

karena $v = r\omega$, maka $a_c = r\omega^2$

Gaya sentripetal adalah gaya yang bekerja pada benda yang bermassa m yang bergerak dalam lintasan melingkar dengan jari-jari r untuk menghasilkan percepatan sentripetal yang diperlukan. Gaya sentripetal dirumuskan sebagai berikut.

$$F_c = \frac{mv^2}{r} = mr\omega^2$$

Gaya sentripetal berarah ke pusat lintasan melingkar.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Jika Anda dapat mengerjakan soal latihan dengan benar di atas 75%, maka Anda dapat melanjutkan ke materi berikutnya. Tetapi jika di bawah 75% silahkan Anda pelajari ulang materi ini dengan menambah referensi lain untuk pelajari dan berdiskusi untuk memperdalam materi.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

GERAK ROTASI

Keberhasilan pembelajaran secara keseluruhan selain tergantung pada keberhasilan guru dalam merencanakan pembelajaran, juga terkait dengan penguasaan guru terhadap materi yang diampunya. Kompetensi guru terkait pedagogi seperti merencanakan pembelajaran, melaksanakan pembelajaran, dan mengevaluasi pembelajaran, tentu tidak terlepas dari materi apa yang akan dibelajarkannya. sehingga kompetensi pedagogi tersebut baru akan bermakna edukasi jika diaplikasikan terhadap materi. Kemampuan mengaplikasikan kompetensi pedagogi terhadap materi pembelajaran kita kenal dengan istilah PCK yaitu kepanjangan dari "*Pedagogical Content Knowledge*".

Dalam kegiatan pembelajaran ke 3 untuk kelompok kompetensi C, disajikan pembahasan materi tentang Gerak Rotasi. Materi yang dibahas masih dalam domain fisika klasik dengan bersandarkan pada Hukum-hukum Newton.

A. Tujuan

Memahami konsep gerak rotasi, dan kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari.

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

1. Merumuskan gerak rotasi secara kuantitatif
2. Menghitung Momen Gaya (Torsi) Pada Gerak Rotasi
3. Menghitung momentum Sudut Pada Gerak Rotasi
4. Menjelaskan hubungan antara momen inersia dan kecepatan sudut
5. Menghitung momen Kopel Pada Gerak Rotasi



6. Menjelaskan hubungan antara jarak sumbu rotasi dengan momen Inersia
7. Menjelaskan tenaga Kinetik gerak rotasi
8. Mengaplikasikan hukum Newton II pada gerak rotasi
9. Merumuskan pengaruh torsi pada benda dengan gerak rotasi benda

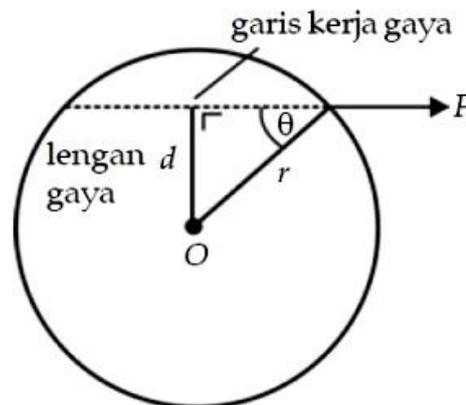
C. Uraian Materi

Gerak Rotasi

Gerak rotasi (melingkar) adalah gerakan pada bidang datar yang lintasannya berupa lingkaran. Kita akan mempelajari bagaimana suatu benda dapat berotasi dan apa yang menyebabkan. Oleh karena itu, kita akan mengawali dengan pembahasan tentang pengertian momen gaya, momen inersia, dan momentum sudut pada *gerak rotasi*.

Momen Gaya (Torsi) Pada Gerak Rotasi

Benda dapat melakukan gerak rotasi karena adanya momen gaya. Momen gaya timbul akibat gaya yang bekerja pada benda tidak tepat pada pusat massa.



Gambar 3.1 Momen gaya yang bekerja pada benda menyebabkan benda berotasi

Gambar diatas memperlihatkan sebuah gaya F bekerja pada sebuah benda yang berpusat massa di O . Garis/kerja gaya berjarak d , secara tegak lurus dari pusat massa, sehingga benda akan berotasi ke kanan searah jarum jam. Jarak tegak lurus antara garis kerja gaya dengan titik pusat massa disebut lengan gaya atau lengan momen. Momen gaya didefinisikan sebagai hasil kali antara gaya (F) dengan jarak lengan gaya (d). Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$\tau = F \times d$$

Karena $d = r \times \sin\theta$, maka persamaan di atas menjadi sebagai berikut.

$$\tau = F \times r \times \sin\theta$$

Keterangan:

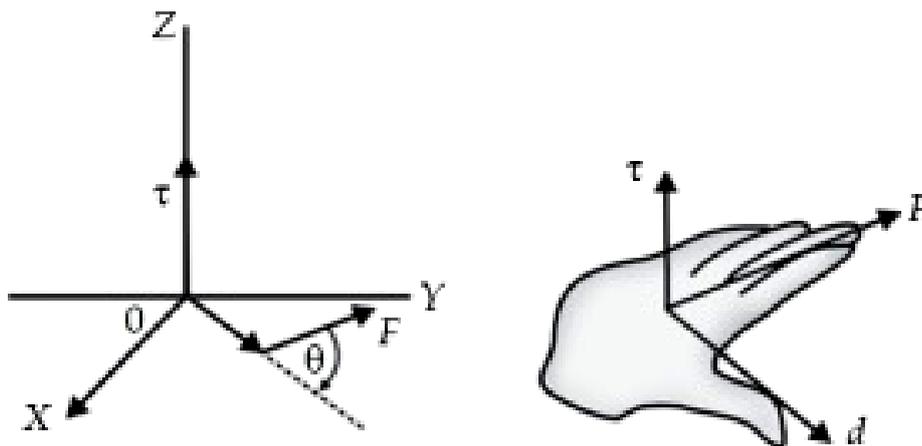
τ : momen gaya (Nm)

d : lengan gaya (m)

F : gaya (N)

r : jari-jari (m)

Arah momen gaya dinyatakan oleh aturan tangan kanan. Bukalah telapak tangan kanan kita dengan ibu jari terpisah dari keempat jari yang lain. Lengan gaya d sesuai dengan arah ibu jari, gaya F sesuai dengan arah keempat jari, dan arah torsi sesuai dengan arah membukanya telapak tangan.



Gambar 3.2 Penentuan arah momen gaya dengan kaidah tangan kanan

Momen gaya τ menyebabkan benda berotasi. Jika benda berotasi searah jarum jam, maka torsi yang bekerja pada benda bertanda positif. Sebaliknya, jika benda berotasi dengan arah berlawanan dengan arah jarum jam, maka torsi penyebabnya bertanda negatif. Torsi-torsi yang sebidang dapat dijumlahkan.

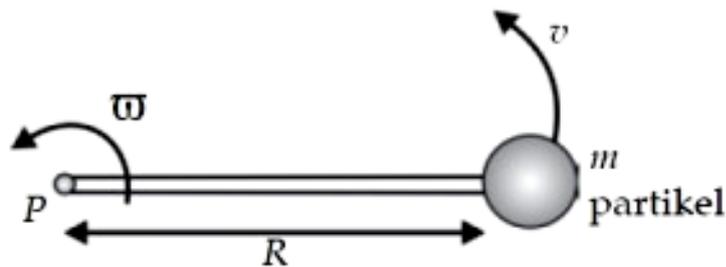
Apabila pada sebuah benda bekerja beberapa gaya, maka jumlah momennya sama dengan momen gaya dari resultan semua gaya yang bekerja pada benda tersebut. Secara matematis dapat dituliskan seperti di bawah ini.

$$T_{01} + T_{02} + T_{03} + \dots R d \text{ atau } \Sigma T_0 = R d$$



Momen Inersia Pada Gerak Rotasi

Momen inersia (kelembaman) suatu benda adalah ukuran kelembaman suatu benda untuk berputar terhadap porosnya. Nilai momen inersia suatu benda bergantung kepada bentuk benda dan letak sumbu putar benda tersebut.



Gambar 3.3 Moment Inersia Gerak Rotasi

Misalkan kita memiliki sebuah batang ringan (massa diabaikan) dengan panjang R. Salah satu ujung batang, yaitu titik P, ditetapkan sebagai poros rotasi. Pada ujung batang yang lain dihubungkan dengan sebuah partikel bermassa m. Jika sistem diputar terhadap poros P, sehingga partikel berotasi dengan kecepatan v, maka energi kinetik rotasi partikel dapat ditulis sebagai berikut.

$$E_k = \frac{1}{2} m v^2$$

Karena $v = R\omega$, maka

$$E_k = \frac{1}{2} m R^2 \omega^2$$

Momen inersia dilambangkan dengan I, satuannya dalam SI adalah kgm^2 . Nilai momen inersia sebuah partikel yang berotasi dapat ditentukan dari hasil kali massa partikel dengan kuadrat jarak partikel tersebut dari titik pusat rotasi. Faktor $m \times R^2$ merupakan momen inersia titik terhadap sumbu putarnya. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$I = m \cdot R^2$$

Keterangan:

I : momen inersia (kgm^2)

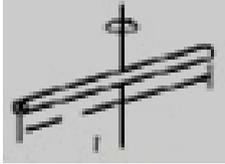
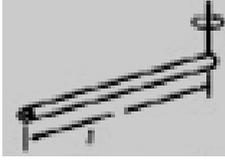
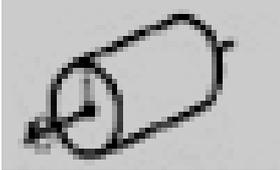
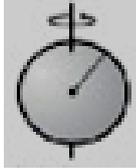
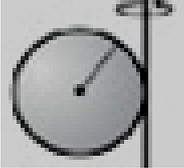
R : jari-jari (m)

m : massa partikel atau titik (kg)

Benda yang terdiri atas susunan partikel (titik), jika melakukan gerak rotasi memiliki momen inersia sama dengan hasil jumlah dari momen inersia partikel penyusunnya.

$$I = \sum m_i \times R_i^2 = (m_1 \times R_1^2) + (m_2 \times R_2^2) + (m_3 \times R_3^2) + \dots$$

Pada gambar berikut, dilukiskan momen inersia pada gerak rotasi berbagai benda tegar homogen.

		
batang silinder, poros melalui pusat $I = \frac{1}{12} ml^2$		batang silinder, poros melalui ujung $I = \frac{1}{3} ml^2$
		
Silinder tipis berongga, poros melalui sumbu silinder $I = mR^2$	Piringan atau silinder pejal, poros melalui sumbunya $I = \frac{1}{12} ml^2$	Silinder pejal poros seperti tampak pada gambar $I = \frac{1}{4} mR^2 + \frac{1}{12} ml^2$
		
Bola pejal, poros melalui diameter $I = \frac{2}{5} mR^2$	Bola berongga, poros melalui diameter $I = \frac{2}{3} mR^2$	Bola pejal, poros tampak seperti pada gambar $I = \frac{7}{5} mR^2$
		
Lempeng tipis, poros melalui sumbu tegak lurus $I = \frac{1}{12} m(a^2 + b^2)$		Lempeng tipis, poros seperti tampak pada gambar $I = \frac{1}{12} mr^2$

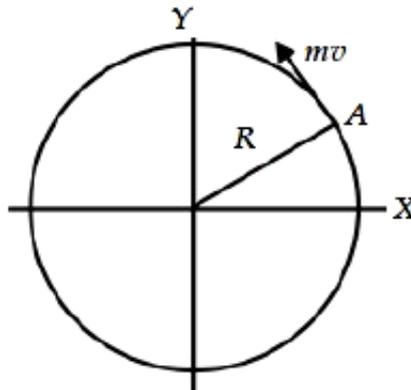
Gambar 3.4 Momen inersia pada gerak rotasi berbagai benda tegar homogen

Momentum Sudut Pada Gerak Rotasi

Pernahkah kita melihat orang bermain gasing? Mengapa gasing yang sedang berputar meskipun dalam keadaan miring tidak roboh? Pasti ada sesuatu yang menyebabkan gasing tidak roboh. Setiap benda yang berputar mempunyai



kecepatan sudut. Bagaimana hubungan antara momen inersia dan kecepatan sudut?



Gambar 3.5 Titik A yang berotasi dengan sumbu O dan jari-jari R memiliki momentum $m \times v$.

Gambar di atas memperlihatkan titik A yang berotasi dengan sumbu putar O. R adalah jarak antara O dan A. Selama berotasi titik A memiliki momentum sebesar $P = m \times v$. Hasil perkalian momentum dengan jarak R disebut momentum sudut, dan diberi notasi L.

$$L = P \times R$$

$$L = m \times v \times R$$

$$L = m \times \omega \times R \times R$$

$$L = m \times R^2 \times \omega$$

Apabila momentum sudut dihubungkan dengan momen inersia, maka diperoleh persamaan sebagai berikut.

$$L = I \times \omega$$

Keterangan:

v : kecepatan linear (m/s)

L : momentum sudut ($\text{kg m}^2\text{s}^{-1}$)

m : massa partikel/titik (kg)

R : jarak partikel ke sumbu putar (m)

ω : kecepatan sudut (rad/s)

I : momen inersia (kg m^2)

Momen Kopel Pada Gerak Rotasi

Kopel adalah pasangan dua gaya sama besar dan berlawanan arah yang garis-garis kerjanya sejajar tetapi tidak berimpit.

Besarnya kopel dinyatakan dengan momen kopel (M), yaitu hasil perkalian salah satu gaya dengan jarak tegak lurus antara kedua gaya tersebut. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut.

$$M = F \times d$$

Keterangan:

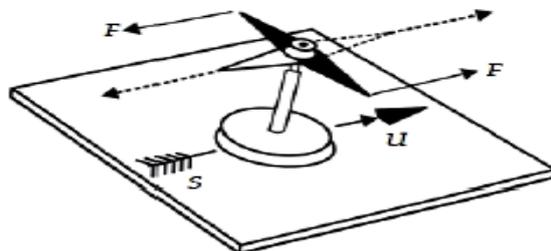
M : momen kopel (Nm)

F : gaya (N)

d : jarak antargaya (m)

Pengaruh kopel pada suatu benda memungkinkan benda tersebut berotasi. Jika kopel berotasi searah jarum jam diberi nilai negatif ($-$), dan jika berlawanan dengan arah jarum jam diberi nilai positif ($+$).

Contoh kopel adalah gaya-gaya yang bekerja pada jarum kompas di dalam medan magnetik bumi. Pada kutub utara dan kutub selatan jarum, bekerja gaya yang sama besar, tetapi arahnya berlawanan.



Gambar 3.6 Gaya-gaya yang bekerja pada kedua kutub jarum kompas karena gerak rotasi (<http://fisikazone.com/gerak-rotasi/>)

Hukum Newton I Untuk Rotasi

Hukum Newton I untuk rotasi memberikan pemahaman apabila semakin besar momen inersia suatu benda, maka diperlukan torsi yang semakin besar untuk menggerakkannya agar berotasi.

Hukum Newton II Untuk Rotasi

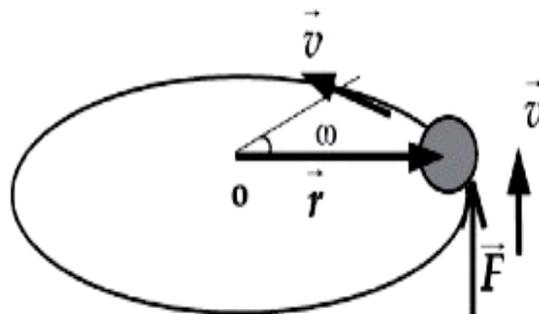
Kita tentu masih ingat bahwa sebuah benda bermassa m yang mula-mula diam akan bergerak bila dikenai gaya \vec{F} dengan percepatan sebesar \vec{a} . Pada



pelajaran yang lalu juga dipaparkan bahwa sebuah benda yang dikenai torsi, maka benda akan berotasi. Bila sebuah benda berotasi tentunya dia memiliki kecepatan sudut dan mungkin juga percepatan sudut. Adakah kaitan antara percepatan sudut dengan torsi seperti antara \vec{a} dengan \vec{F} pada gerak linear?

Perhatikan sebuah daun pintu yang tidak terkunci. Doronglah tepi daun pintu dengan gaya tertentu, catatlah dalam pikiran kita berapa kira-kira percepatan sudut pintu. Ulangi mendorong pintu di tengah antara tepi pintu dan engsel yang merupakan sumbu rotasi. Doronglah dengan gaya yang sama. Meskipun gaya dengan torsinya akan berbeda. Perkirakanlah percepatan sudutnya.

Bila \vec{F} diberikan terus-menerus, maka benda akan berotasi terus-menerus.



Persamaan Hukum Newton II Untuk Rotasi

Dengan menurunkan persamaan yang menghubungkan antara torsi dan percepatan sudut. Tinjau sebuah benda bermassa m terikat oleh kawat tipis yang kaku berada sejauh r dari titik O . Benda kemudian diberi gaya \vec{F} yang tegak lurus dengan \vec{r} .

Benda akan melakukan gerak rotasi, dengan arah lintasan sama dengan arah \vec{F} dan mengalami percepatan linear \vec{a} dengan memenuhi persamaan :

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Lintasan benda akan melingkar, percepatan setiap saat memiliki arah sejajar dengan lintasan setiap saat. Supaya menjadi torsi kita kalikan persamaan di atas dengan r pada kedua ruasnya, sehingga kita peroleh :

$$rF = mra$$

Percepatan tangensial benda sama dengan r dikalikan percepatan sudutnya atau $a = r\alpha$, sehingga persamaan di atas bisa kita tuliskan :

$$rF = mr^2\alpha$$



Karena F tegak lurus vektor r maka rF bisa dikatakan sebagai torsi yang dialami benda sehingga kita mendapat persamaan:

$$\tau = I \alpha$$

Persamaan di atas adalah hukum Newton kedua untuk rotasi. Bila F menghasilkan percepatan linear maka t menghasilkan percepatan sudut pada benda. Kita sudah mendapatkan I adalah momen inersia, bandingkan persamaan di atas. Tampak I sama dengan massa. Massa menunjukkan kelembaman benda untuk bergerak, begitu juga momen inersia menunjukkan kelembaman benda untuk berotasi. Semakin besar momen inersia suatu benda, maka diperlukan torsi yang semakin besar untuk menggerakkannya agar berotasi.

Bagaimana jika benda yang berotasi tidak hanya sebuah titik, tetapi sebuah benda tegar, misalnya cakram berjari-jari r yang diputar pada sumbunya. Silinder terdiri atas banyak partikel. Misalkan torsi yang bekerja pada titik ke i adalah τ_i . Tiap titik bermassa m_i dan jaraknya dari sumbu rotasi adalah r_i . Tiap titik memiliki percepatan sudut yang sama, tetapi percepatan linear tiap titik berbeda tergantung pada jarak titik tersebut dengan sumbu rotasi. Maka total torsi yang bekerja pada silinder adalah:

$$\sum_i \tau_i = \sum_i m_i r_i^2 \alpha_i$$

$$\tau = \left(\sum_i m_i r_i^2 \right) \alpha = I \alpha$$

Silinder berongga bergerak dari titik A menuju titik B. Ketika silinder bergerak, energi mekanik di titik A memiliki nilai yang sama dengan energi mekanik di titik B. Hal yang membedakan kedua titik tersebut yaitu terjadi perbedaan nilai energi potensial maupun energi kinetik di setiap titiknya. Apabila dihubungkan dengan hukum Kekekalan Energi Mekanik diperoleh nilai ketinggian h_B seperti berikut.

Sumber: <http://fisikazone.com/hukum-newton-ii-untuk-rotasi/>

Momen Inersia Dan Tenaga Kinetik Rotasi

Momen inersia dan tenaga kinetik rotasi dapat terjadi pada sistem diskrit dan kontinu. Momen inersia sama dengan massa pada gerakan translasi, demikian juga fungsinya. Besar momen inersia bergantung pada massanya dan juga jaraknya dari sumbu rotasi. Semakin jauh dari sumbu rotasi maka momen inersianya akan semakin besar.



Momen Inersia dan Energi Kinetik Rotasi pada Sistem Diskrit

Benda A dan benda B dihubungkan dengan batang ringan yang tegar dengan sebuah batang tegak yang merupakan sumbu rotasi kedua benda. Kemudian kedua benda dirotasikan dengan kecepatan sudut yang sama sebesar w . Benda A berjarak r_1 dari sumbu rotasi dan benda B berjarak r_2 dari sumbu rotasinya. Kecepatan linear benda A adalah v_1 dan kecepatan linear benda B adalah v_2 . Berapakah tenaga kinetik kedua benda tersebut?

Tenaga kinetik benda A adalah:

$$K_A = \frac{1}{2}m_A v_1^2$$

Tenaga kinetik benda B adalah:

$$K_B = \frac{1}{2}m_B v_1^2$$

Bila dinyatakan dengan kecepatan sudutnya dengan mengingat $v = r\omega$ maka tenaga kinetik kedua benda tersebut adalah:

$$K_A = \frac{1}{2}m_A (r_A \omega)^2 = \frac{1}{2}m_A r_A^2 \omega^2$$

$$K_B = \frac{1}{2}m_B (r_B \omega)^2 = \frac{1}{2}m_B r_B^2 \omega^2$$

Secara umum, persamaan di atas dapat juga kita tuliskan sebagai

$$K = \frac{1}{2}I\omega^2$$

dengan momen inersia atau I sebagai

$$I = mr^2$$

Kedua persamaan tersebut merupakan tenaga kinetik rotasi suatu partikel. Momen inersia sama dengan massa pada gerakan translasi, demikian juga fungsinya. Kecepatan sudut kedua benda sama yaitu w tetapi besarnya tenaga kinetik rotasi berbeda disebabkan karena momen inersianya berbeda. Sama halnya dengan dua benda bergerak translasi dengan kecepatan sama, tenaga kinetiknya akan berbeda sebanding dengan massanya dan satuan momen inersia adalah kg/m^2 .

Besar momen inersia bergantung pada massanya dan juga jaraknya dari sumbu rotasi. Semakin jauh dari sumbu rotasi maka momen inersianya akan semakin besar. Pada benda B benda di atas manakah yang memiliki momen inersia yang lebih besar? Kedua benda bermassa sama, tetapi $r_2 > r_1$ sehingga momen inersia benda B lebih besar daripada benda A. Dengan demikian, kita bisa melihat

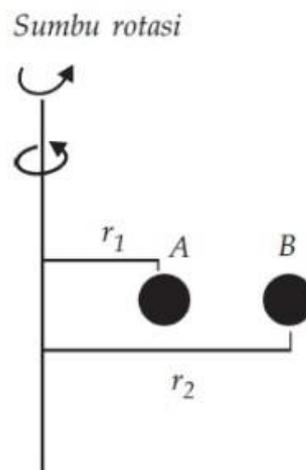
bahwa momen inersia menunjukkan sebaran massanya. Semakin besar jaraknya yang berarti semakin tersebar, maka momen inersianya semakin besar.

Untuk sistem dengan dua benda seperti pada gambar maka momen inersia sistem adalah $I_A + I_B$. Bila suatu sistem terdiri atas banyak partikel maka momen inersia totalnya merupakan jumlah momen inersia masing-masing partikel.

$$I = \sum m_i r_i^2 = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + \dots$$

Pada sistem dua benda di atas momen inersia totalnya adalah :

$$I = m r_1^2 + m r_2^2$$

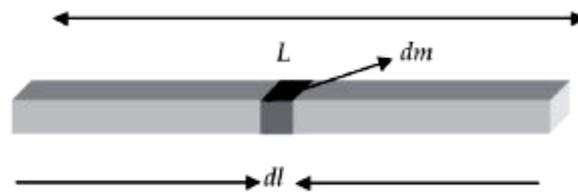


Gambar 3.7 Benda A dan B yang sedang berotasi

Gambar diatas benda A berjarak r_1 dari sumbu dan B berjarak r_2 dari sumbu rotasi. Kedua benda massanya sama, momen inersia benda B lebih besar daripada momen inersia benda kedua. Momen inersia total adalah jumlah antara momen inersia A dan B.

Momen Inersia Dan Tenaga Kinetik Rotasi Pada Sistem Kontinu

Sekarang kita akan mencari momen inersia untuk sistem dengan distribusi massa kontinu. Mari kita tinjau sebuah benda tegar misalnya sebuah batang bermassa total M . Batang tadi sebenarnya terdiri atas partikel bermassa kecil-kecil yang bila dijumlahkan semuanya berjumlah M , sehingga momen inersia batang adalah jumlah dari seluruh momen inersia partikel bermassa.



Gambar 3.8 Batang bermassa M dibagi menjadi elemen kecil-kecil bermassa dm dengan panjang dl

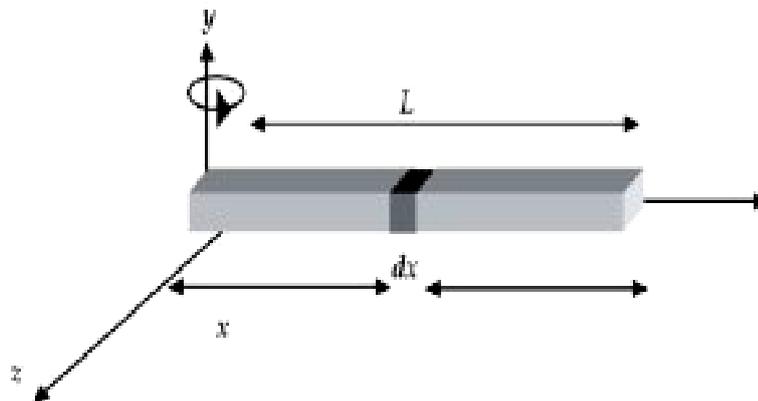
Kita bisa membagi batang di atas menjadi n buah elemen dl . Setiap panjang dl bermassa sebesar dm . Total massa adalah $\Sigma dm = M$. Batang tadi memiliki kerapatan yang homogen, artinya kerapatan di setiap titik adalah sama. Misalnya kerapatan kita beri simbol λ besarnya kerapatan adalah massa total dibagi dengan panjangnya, yaitu sebesar

$$\lambda = \frac{M}{L}$$

maka bisa mencari besarnya dm sebagai

$$dm = \lambda dl = \frac{m}{l} dl$$

Satuan kerapatan pada masalah ini adalah satuan massa persatuan panjang atau kg/m. Berapakah momen inersia batang bila diputar dengan sumbu rotasi terletak di ujung batang?



Gambar 3.9 Batang diputar terhadap sumbu yang melewati ujung batang

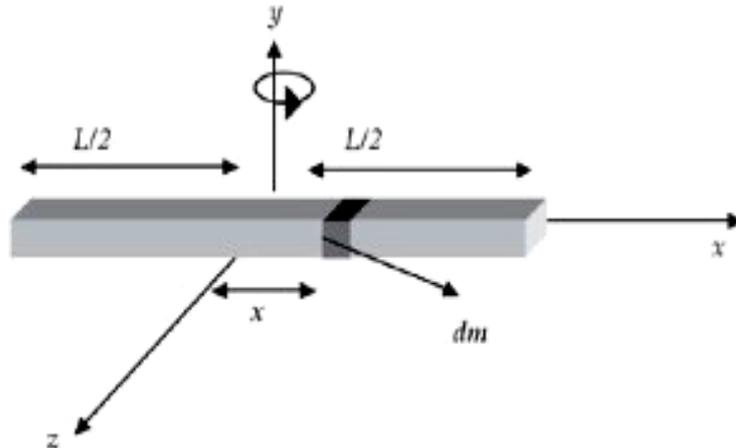
Besarnya momen inersia adalah tiap elemen dm adalah:

$$I = \int_0^L r^2 dm$$

Nilai r bervariasi yaitu mulai dari 0 atau r di ujung batang di posisi $x = 0$ sampai L atau nilai r di ujung yang lainnya. Dengan menggunakan dm pada

persamaan di atas dan mengingat $dl = dx$ karena batang terletak pada sumbu x maka :

$$I = \int_0^L x^2 \frac{M}{L} dx = \frac{M}{L} \int_0^L x^2 dx$$



Gambar 3.10 Batang dirotasikan terhadap sumbu yang tegak lurus batang yang berada di tengah batang

Bagaimana kalau kita menggeser sumbu rotasi sehingga sumbu rotasi melewati bagian tengah batang seperti pada gambar di atas. Kita masih menggunakan

persamaan yang sama. Batas untuk dx bukan dari 0 sampai L tetapi dari $-\frac{L}{2}$

sampai $\frac{L}{2}$, sehingga momen inersia batang adalah:

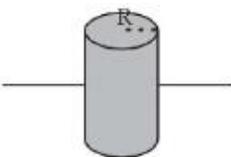
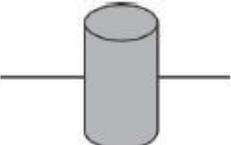
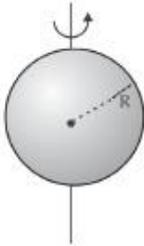
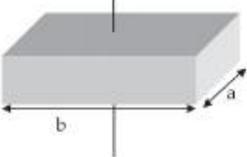
$$I = \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} x^2 \frac{M}{L} dx = \frac{M}{L} \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} x^2 dx$$

$$I = \frac{M}{3L} \left[\frac{L^3}{8} - \frac{-L^3}{8} \right] = \frac{ML^2}{12}$$

Tampak bahwa momen inersia batang akan berbeda jika sumbu rotasinya berbeda. Momen inersia untuk berbagai bentuk benda tegar dapat dilihat pada tabel momen inersia.



Tabel 3.1 Momen inersia

<p>Kulit silinder terhadap sumbu yang lewat pusat silinder.</p> $I = MR^2$ 	<p>Kulit silinder yang panjangnya L terhadap diameter yang lewat pusat.</p> $I = \frac{1}{2} MR^2 + \frac{1}{12} ML^2$ 	<p>Silinder pejal terhadap sumbu.</p> $I = \frac{1}{2} MR^2$ 
<p>Silinder pejal berjari-jari R, panjangnya L terhadap diameter yang melalui pusat.</p> $I = \frac{1}{4} MR^2 + \frac{1}{12} ML^2$ 	<p>Batang tipis terhadap garis tegak lurus melalui salah satu ujungnya.</p> $I = \frac{1}{3} ML^2$ 	<p>Kulit bola tipis berjari-jari R terhadap diameternya.</p> $I = \frac{2}{3} MR^2$ 
<p>Batang tipis terhadap garis tegak lurus yang melalui pusat.</p> $I = \frac{1}{12} MR^2$ 	<p>Balok padat terhadap sumbu yang melalui pusat tegak lurus pada permukaan.</p> $I = \frac{M}{12} (a^2 + b^2)$ 	<p>Bola pejal berjari-jari R terhadap diameternya.</p> $I = \frac{2}{5} MR^2$ 

Momen inersia dan tenaga kinetik rotasi untuk berbagai benda pada berbagai sumbu rotasi (<http://fisikazone.com/momen-inersia-dan-tenaga-kinetik-rotasi/>)



Aplikasi Konsep Rotasi Dalam Kehidupan Sehari-Hari Rotasi Dan Revolusi Bumi Serta Pengaruhnya

Pengertian Rotasi Bumi

Rotasi bumi adalah peredaran bumi mengelilingi sumbunya atau porosnya dari arah barat ke timur. Lamanya rotasi bumi disebut kala rotasi yaitu selama 23 jam 56 menit 4 detik (disebut satu hari).

Gerak Rotasi Bumi

Berbeda dengan lahirnya teori heliosentris yang yang penuh liku-liku, kemunculan teori tentang gerak rotasi Bumi boleh dikatakan tidak mengalami hambatan yang berarti. Semenjak manusia mulai menyadari bahwa Bumi berbentuk bulat, tidak berbeda dengan planet-planet lainnya dalam tata surya, maka teori tentang rotasi Bumi dapat diterima secara meluas. Tapi ironisnya, hingga saat ini faktor penyebab gerakan rotasi Bumi (dan planet-planet lainnya) masih menjadi teka-teki. Bahkan para ilmuwan NASA sekalipun masih belum bisa memberikan jawaban yang memuaskan. Karenanya, pertanyaan mengapa dunia berputar itu sebenarnya bukan pertanyaan main-main, setidaknya dilihat dari kaca mata ilmu astronomi.

Untuk memahami gerak rotasi planet, kita perlu mengingat bagian tentang momentum linear dan momentum sudut dalam pelajaran Fisika dasar di sekolah menengah dahulu. Dalam bahasa sehari-hari, istilah 'momentum' menunjukkan besar tenaga untuk menghentikan benda yang bergerak. Dalam Fisika, kurang lebih begitu juga. Dalam sistem gerak lurus tanpa gesekan, sekali bergerak, benda akan tetap bergerak, kecuali apabila ada hambatan dari luar. Ini dinamakan prinsip kekal momentum. Nilai numerik momentum linear diperoleh dari hasil perkalian massa benda dengan kecepatannya: $p = m \cdot v$. Hukum Newton? Salah! Galileo sudah tahu jauh sebelum Newton.

Dalam sistem berputar tanpa gesekan, prinsip yang sama juga berlaku, Sekali berputar dalam orbit tertutup, benda akan bergerak dengan momentum sudut tetap, juga kecuali apabila ada hambatan dari luar. Definisinya adalah perkalian massa benda dengan kecepatan dan radius orbit: $L = m \cdot v \cdot r$, dimana m adalah massa dan v adalah kecepatan berputar.



Teori momentum sudut dapat membantu kita memahami mengapa bumi masih berputar secara kontinyu, namun jangan lantas diartikan sebagai konstan! Dalam pengamatan, kecepatan rotasi bumi setiap harinya selalu bertambah atau berkurang dalam ukuran beberapa milidetik tergantung pada distribusi massa Bumi dan perubahan kondisi atmosfer. Gempa bumi serta pergerakan air dan lapisan udara di permukaan Bumi juga merupakan faktor yang dapat mempengaruhi kecepatan rotasi. Para astronom juga berspekulasi bahwa di suatu waktu, jutaan tahun lampau, Bumi kemungkinan berotasi lebih cepat dibandingkan dengan saat ini.

Akibat Rotasi Bumi

Akibat perputaran bumi pada porosnya (rotasi bumi) maka akan terjadi beberapa peristiwa di bumi yaitu:

- 1). Terjadinya siang dan malam



Gambar rotasi bumi yang menyebabkan siang dan malam

Bagian bumi yang menghadap ke arah matahari ketika berputar pada porosnya akan mengalami siang, sebaliknya bagian bumi yang membelakangi matahari akan mengalami malam, dan hal ini terjadi secara bergantian yaitu panjang waktu siang dan malam rata-rata 12 jam. Perbedaan waktu siang dan malam akan menjadi lebih besar pada tempat-tempat yang jauh dari khatulistiwa.

- 2). Terjadinya perbedaan waktu diberbagai tempat di muka bumi Orang-orang yang berada disebelah timur akan mengalami matahari terbit dan terbenam lebih dahulu. Hal ini dikarenakan bumi berputar dari arah barat ke timur. Daerah yang berada pada sudut 15 derajat lebih ke timur akan melihat matahari terbit lebih dahulu selama 1 jam, maka jika di Nusa Tenggara Barat matahari telah terbit, maka kita di Jakarta baru melihat matahari terbit satu

jam setelahnya. Atau jika di Nusa Tenggara Barat pukul 06.00 WITA, maka di Jakarta baru pukul 05.00 WIB.

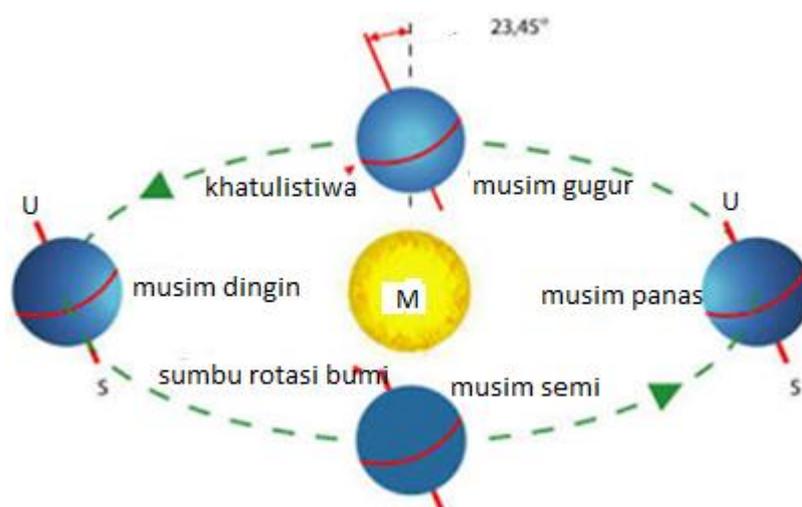
3). Gerak semu harian bintang

Akibat rotasi bumi maka kita yang ada di bumi melihat seolah olah mataharilah yang bergerak berputar dari timur ke barat mengelilingi bumi. Padahal yang terjadi sebenarnya adalah matahari tidak bergerak, tetapi bumilah bergerak berputar mengelilingi matahari dari barat ke timur. Gerak yang tidak sebenarnya ini dinamakan gerak semu harian bintang. Disebut gerak semu harian karena kita dapat mengamatinya setiap hari atau setiap saat.

4). Perbedaan percepatan gravitasi di permukaan bumi

Rotasi bumi juga menyebabkan penggembungan di khatulistiwa dan pemampatan di kedua kutub bumi. Selama bumi mengalami pembekuan dari gas menjadi cair kemudian menjadi padat, Bumi berotasi terus pada porosnya. Ini menyebabkan menggebugan di khatulistiwa dan pemampatan di kedua kutub bumi sehingga seperti keadaannya sekarang. Karena percepatan gravitasi berbanding terbalik dengan kuadrat jari-jari, maka percepatan gravitasi tempat-tempat di kutub lebih besar daripada di sekitar khatulistiwa.

Pengertian Revolusi Bumi





Revolusi Bumi adalah peredaran bumi mengelilingi matahari. Revolusi bumi merupakan akibat tarik menarik antara gaya gravitasi matahari dengan gaya gravitasi bumi, selain perputaran bumi pada porosnya atau disebut rotasi bumi. Kala revolusi bumi dalam satu kali mengelilingi matahari adalah $365\frac{1}{4}$ hari. Bumi berevolusi tidak tegak lurus terhadap bidang ekliptika melainkan miring dengan arah yang sama membentuk sudut $23,50$ terhadap matahari, sudut ini diukur dari garis imajiner yang menghubungkan kutub utara dan kutub selatan yang disebut dengan sumbu rotasi.

Pengaruh Revolusi Bumi

1. Perbedaan Lama Siang dan Malam

Kombinasi antara revolusi bumi serta kemiringan sumbu bumi terhadap bidang ekliptika menimbulkan beberapa gejala alam yang diamati berulang setiap tahunnya.

Antara tanggal 21 Maret s.d 23 September

- a. Kutub utara mendekati matahari, sedangkan kutub selatan menjauhi matahari.
- b. Belahan bumi utara menerima sinar matahari lebih banyak daripada belahan bumi selatan.
- c. Panjang siang dibelahan bumi utara lebih lama daripada dibelahan bumi selatan.
- d. Ada daerah disekitar kutub utara yang mengalami siang 24 jam dan ada daerah disekitar kutub selatan yang mengalami malam 24 jam.
- e. Diamati dari khatulistiwa, matahari tampak bergeser ke utara.
- f. Kutub utara paling dekat ke matahari pada tanggal 21 juni. Pada saat ini pengamat di khatulistiwa melihat matahari bergeser $23,50$ ke utara.

Antara tanggal 23 September s.d 21 Maret

- a. Kutub selatan lebih dekat mendekati matahari, sedangkan kutub utara lebih menjauhi matahari.
- b. Belahan bumi selatan menerima sinar matahari lebih banyak daripada belahan bumi utara.
- c. Panjang siang dibelahan bumi selatan lebih lama daripada belahan bumi utara.



- d. Ada daerah di sekitar kutub utara yang mengalami malam 24 jam dan ada daerah di sekitar kutub selatan mengalami siang 24 jam.
- e. Diamati dari khatulistiwa, matahari tampak bergeser ke selatan.
- f. Kutub selatan berada pada posisi paling dekat dengan matahari pada tanggal 22 Desember. Pada saat ini pengamat di khatulistiwa melihat matahari bergeser 23,5^o ke selatan.

Pada tanggal 21 Maret dan 23 Desember

- a. Kutub utara dan kutub selatan berjarak sama ke matahari
- b. Belahan bumi utara dan belahan bumi selatan menerima sinar matahari sama banyaknya.
- c. Panjang siang dan malam sama diseluruh belahan bumi.
- d. Di daerah khatulistiwa matahari tampak melintas tepat di atas kepala.

2. Gerak Semu Tahunan Matahari

Pergeseran posisi matahari ke arah belahan bumi utara (22 Desember – 21 Juni) dan pergeseran posisi matahari dari belahan bumi utara ke belahan bumi selatan (21 Juni – 21 Desember) disebut gerak semu harian matahari. Disebut demikian karena sebenarnya matahari tidak bergerak. Gerak itu akibat revolusi bumi dengan sumbu rotasi yang miring.

3. Perubahan Musim

Belahan bumi utara dan selatan mengalami empat musim. Empat musim itu adalah musim semi, musim panas, musim gugur, dan musim dingin. Berikut ini adalah tabel musim pada waktu dan daerah tertentu di belahan bumi

Musim-musim dibelah bumi utara

Musim semi : 21 Maret – 21 Juni

Musim panas : 21 Juni – 23 September

Musim gugur : 23 September – 22 Desember

Musim Dingin : 22 Desember – 21 Maret

Musim-musim dibelah bumi selatan

Musim semi : 23 September – 22 Desember

Musim panas : 22 Desember – 21 Maret

Musim gugur : 21 Maret – 22 Juni

Musim Dingin : 21 Juni – 23 September



4. Perubahan Kenampakan Rasi Bintang

Rasi bintang adalah susunan bintang-bintang yang tampak dari bumi membentuk pola-pola tertentu. Bintang-bintang membentuk sebuah rasi sebenarnya tidak berada pada lokasi yang berdekatan. Karena letak bintang-bintang itu sangat jauh, maka ketika diamati dari bumi seolah-olah tampak berdekatan. Rasi bintang yang kita kenal antara lain Aquarius, Pisces, Gemini, Scorpio, Leo, dan lain-lain.

Ketika bumi berada disebelah timur matahari, kita hanya dapat melihat bintang-bintang yang berada di sebelah timur matahari. Ketika bumi berada di sebelah utara matahari, kita hanya dapat melihat bintang-bintang yang berada di sebelah utara matahari. Akibat adanya revolusi bumi, bintang-bintang yang nampak dari bumi selalu berubah.

5. Kalender Masehi

Lama waktu dalam setahun adalah 365 hari. Untuk menampung kelebihan $\frac{1}{4}$ hari pada tiap tahun maka lamanya satu tahun diperpanjang 1 hari menjadi 366 hari pada setiap empat tahun. Satu hari tersebut ditambahkan pada bulan Februari. Tahun yang lebih panjang sehari ini disebut tahun kabisat. Untuk mempermudah mengingat, maka dipilih sebagai tahun kabisat adalah tahun yang habis di bagi empat. Contohnya adalah 1984, 2000, dan lain-lain

Perbedaan Rotasi Bumi dengan Revolusi Bumi

Revolusi sering digunakan sebagai sinonim untuk rotasi, di berbagai bidang, terutama astronomi dan bidang-bidang terkait, revolusi, sering disebut sebagai revolusi orbit, digunakan ketika bumi bergerak dengan yang lainnya sekitar rotasi sementara digunakan untuk berarti gerakan di sekitar sumbu. Bulan berputar di sekitar planet mereka, planet-planet berputar di sekitar bintang mereka (seperti bumi mengelilingi Matahari), dan bintang perlahan-lahan berputar di sekitar pusat galaxial mereka. Gerakan komponen galaksi adalah kompleks, tetapi biasanya mencakup komponen rotasi.

Rotasi bumi berputar terhadap suatu sumbu (luar atau di dalam tubuh) adalah gerakan di bagian mana bumi yang berbeda memiliki kecepatan yang sebanding dengan jarak dari sumbu. Titik bumi terletak pada sumbu (dalam hal itu adalah di dalam bumi) adalah tetap.



Bumi berputar pada porosnya sendiri. Contohnya adalah rotasi bumi berputar sekitar porosnya sendiri rotasi, dengan periode rotasi satu hari atau 24 jam. Revolusi dari partikel atau badan berputar sesuai dengan gerakan translasi tubuh sekitar lain. Contohnya adalah revolusi Bumi mengelilingi Matahari, dengan periode revolusi satu tahun atau selama 365 hari.

Perbedaan antara rotasi dan revolusi dikaitkan dengan antara rotasi dan translasi. Jika kecepatan perputarannya adalah konstan ($v = \text{konstan}$), masing-masing titik dari perputaran lintasan dengan kecepatan konstan dan semua jalan yang sejajar satu sama lain (gerak translasi seragam). Tapi, umumnya, kecepatan berputar tidak konstan dan bisa juga melengkung.

<http://salsabillaruseva.blogspot.co.id/2013/09/gerak-rotasi-dan-revolusi-bumi-serta.html>

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran pada modul ini diawali dengan tugas membaca uraian materi tentang rotasi dan selanjutnya secara berkelompok menganalisis contoh dan latihan soal. Berikutnya Anda berlatih secara mandiri dalam menyelesaikan soal-soal yang berkaitan dengan rotasi.

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Sebuah bola pejal dengan massa 10 kg dan jari-jari 20 cm berada pada bidang datar licin. Bola menggelinding dengan kelajuan linier 5 m/s dan kecepatan sudut 6 rad/s. Tentukan energi kinetik total!
2. Sebuah benda berbentuk silinder berongga ($I = mR^2$) bergerak menggelinding tanpa tergelincir mendaki bidang miring kasar dengan kecepatan awal 10 m/s. Bidang miring itu mempunyai sudut elevasi θ dengan $\tan \theta = 0,75$. Jika percepatan gravitasi ($g = 10 \text{ ms}^{-2}$) dan kecepatan benda berkurang menjadi 5 m/s, maka jarak pada bidang miring yang ditempuh benda tersebut adalah .

A. 12,5 m	D. 5 m
B. 10 m	E. 2,5 m
C. 7,5 m	



F. Rangkuman

Gerak rotasi (melingkar) adalah gerakan pada bidang datar yang lintasannya berupa lingkaran. Benda dapat melakukan gerak rotasi karena adanya momen gaya. Momen gaya timbul akibat gaya yang bekerja pada benda tidak tepat pada pusat massa. Kopel adalah pasangan dua gaya sama besar dan berlawanan arah yang garis-garis kerjanya sejajar tetapi tidak berimpit.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan latihan/tugas, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan/ pemahaman Anda dalam konsep rotasi. Jika Anda memperkirakan pencapaian Anda masih belum memadai, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan pembelajaran ini.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

PESAWAT SEDERHANA

Keberhasilan pembelajaran secara keseluruhan selain tergantung pada keberhasilan guru dalam merencanakan pembelajaran, juga terkait dengan penguasaan guru terhadap materi yang diampunya. Kompetensi guru terkait pedagogi seperti merencanakan pembelajaran, melaksanakan pembelajaran, dan mengevaluasi pembelajaran, tentu tidak terlepas dari materi apa yang akan dibelajarkannya. sehingga kompetensi pedagogi tersebut baru akan bermakna edukasi jika diaplikasikan terhadap materi. Kemampuan mengaplikasikan kompetensi pedagogi terhadap materi pembelajaran kita kenal dengan istilah PCK yaitu kepanjangan dari "*Pedagogical Content Knowledge*"

Dalam kegiatan pembelajaran ke 4 untuk kelompok kompetensi C, disajikan pembahasan materi tentang Pesawat Sederhana. Materi yang dibahas masih dalam domain fisika klasik dengan bersandarkan pada Hukum-hukum Newton.

A. Tujuan

Memahami konsep pesawat sederhana, jenis pesawat sederhana, dan kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari.

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

1. Menjelaskan pengertian pesawat sederhana
2. Menjelaskan berbagai jenis pesawat sederhana
3. Menjelaskan keuntungan bidang miring
4. Menjelaskan keuntungan roda
5. Menjelaskan keuntungan pengungkit
6. Menjelaskan keuntungan katrol

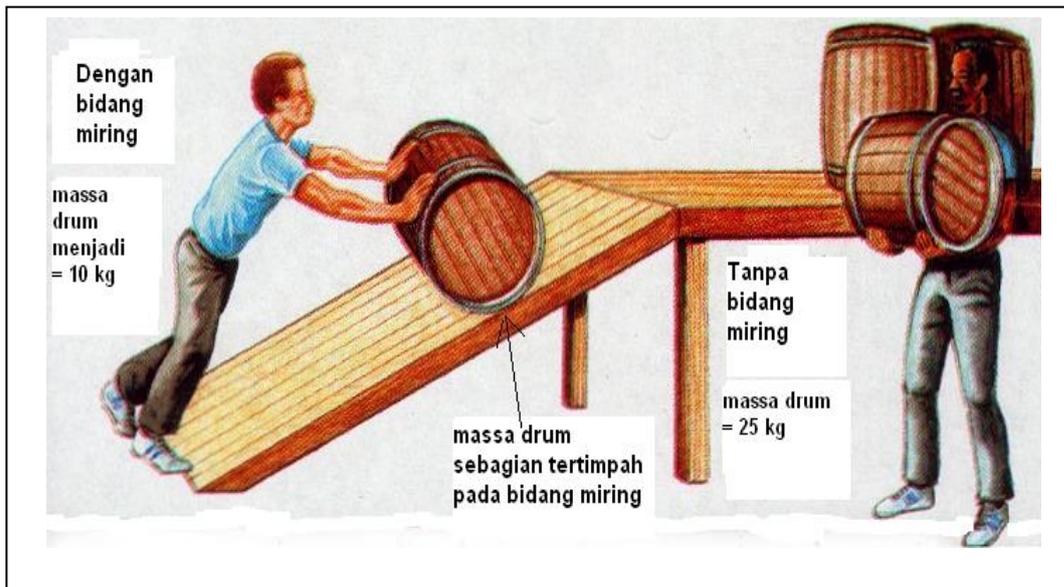


C. Uraian Materi

1. BIDANG MIRING, BAJI, PENGUNGKIT, DAN KATROL

a. Bidang Miring

Salah satu pesawat sederhana adalah bidang miring. Prinsip kerja bidang miring



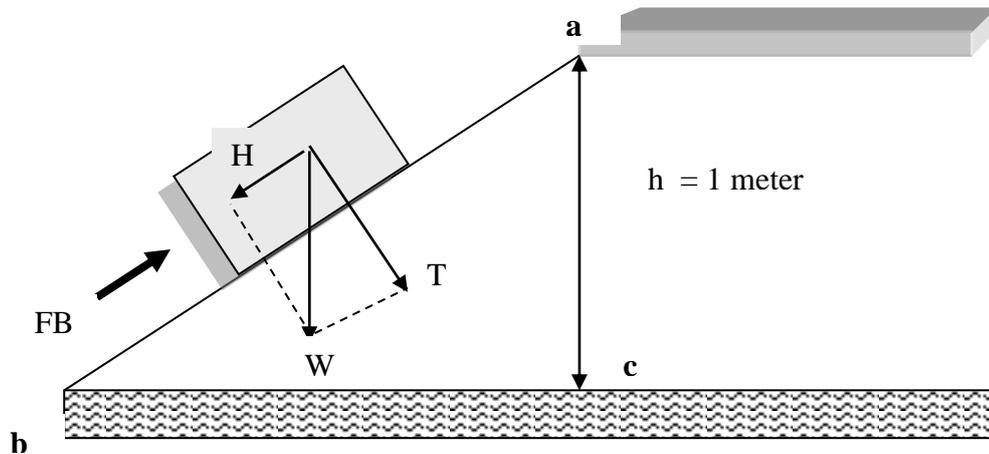
dapat digambarkan sebagai berikut.

Gambar 4.1 Memindahkan drum dengan cara diangkat dan menggunakan bidang miring

(sumber : <http://www.sirinet.net/sixsimple.html>)

Sebuah drum massanya 25 kg atau beratnya kurang lebih 250 N. Gaya berat drum arahnya ke bawah. Kerja untuk mengangkat beban 25 kg ini dapat dipermudah bila menggunakan pesawat sederhana bidang miring. Berat drum tidak tertimpah seluruhnya kepada orang yang mengangkat drum itu, tetapi sebagian tertimpah pada bidang miring. Dalam keseharian dapat juga orang memindahkan barang atau beban dalam bentuk peti, drum, balok, atau lainnya dengan memanfaatkan bidang miring dari papan kayu atau logam.

Marilah kita coba analisa melalui skema sesuai dengan penjelasan di atas. Misalnya papan yang panjangnya $AB = l$ meter, ujung A di letakkan pada “bak truk” dan ujung B di atas tanah, seperti gambar di bawah ini.



Gambar 4.2 Mengangkat peti /balok dengan bantuan bidang miring

Berat peti/balok $W = 250 \text{ N}$ arahnya selalu vertikal ke bawah. Adapun gaya yang diberikan seseorang untuk mendorong peti/balok adalah sebesar F_b arahnya sejajar bidang miring ke atas. Gaya F_b tersebut diperlukan untuk melawan sebagian berat peti/balok sebesar H yang arahnya ke bawah sejajar bidang miring juga. Sebagian lagi dari berat balok W , menimpah bidang miring tegak lurus sebesar T dan arahnya ke bawah.

Jika diperlukan gaya F ke atas sejajar bidang miring untuk mendorong balok itu, maka harus ada gaya ke bawah berlawanan dengan gaya F . Jika tidak ada gesekan, maka gaya yang melawan gaya F berasal dari sebagian berat balok W yang besarnya H . Terlihat dari gambar 4.2 di atas bahwa gaya H sebagian dari balok lebih kecil daripada berat balok

Dari gambar 4.2, sepanjang bidang miring orang yang mendorong balok itu sampai ke ujung a dari ujung b , maka usaha yang dilakukan oleh gaya dorong adalah sebesar,

$$W_f = F_b \times l$$

Jika balok diangkat vertikal ke atas dari c ke ujung a , maka usaha yang dilakukan oleh gaya angkat sebesar

$$W_a = w \times h$$

Jika sudut kemiringan bidang adalah α , buktikan besar kedua usaha tersebut adalah sama. Yaitu $F_b \times l = w \times h$



Persamaan ini, dapat juga ditemukan dari segitiga siku-siku tersebut, yaitu yang ada pada panjang sisi berat w dan H , sebangun dengan segitiga siku-siku ABC.

Jadi perbandingan sisi-sisi tersebut $\frac{H}{w} = \frac{h}{l}$ atau $H \times l = h \cdot w$

Besarnya gaya H = gaya dari orang yang mendorong balok itu, sehingga diperoleh bahwa

$$F_b \times l = w \times h$$

Jadi bidang miring tidak mengurangi usaha, tetapi memudahkan usaha. Dapatkan Anda jelaskan mengapa demikian?

Dari uraian di atas bahwa keuntungan mekanik adalah suatu bilangan yang menyatakan pelipatgandaan hasil dari suatu pesawat sederhana secara matematika dapat dituliskan sebagai berikut.

$$KM = \frac{F_b}{F_k}$$

Pada bidang miring keuntungan mekaniknya menjadi $KM = \frac{l}{h}$

Buktikanlah!

Sebagaimana terlihat pada gambar 4.2, jika panjang papan $AB = l = 3$ m maka

keuntungan mekanik bidang miring, $KM = \frac{H}{w} = \frac{2,5}{1} = 2,5$

Kita ketahui bahwa, balok yang beratnya 250 N dapat diangkat ke atas bidang datar dengan gaya $F_a = 250$ N didorong sepanjang bidang miring hanya dengan gaya $F_b 100$ N.

Gaya 100 N yang diberikan pada saat menggunakan bidang miring dapat mengangkat balok seberat 250 N yaitu 2,5 gaya yang diberikan pada balok tersebut diangkat secara langsung.

Jadi, efisiensi sebuah pesawat sederhana dapat didefinisikan sebagai

$$Efisiensi = \frac{usaha\ out - put}{usaha\ in - put} \times 100\%$$

Usaha yang dilakukan gaya angkat orang tanpa pesawat sederhana, disebut *usaha out-put*.

Usaha yang diberikan oleh otot atau orang yang menggunakan bidang miring disebut *usaha in-put*.

Usaha *out-put* adalah $w \times h$.

Usaha yang dilakukan sebagai usaha *in-put*, $F \times l = H \times l$

(Gaya F yang diberikan oleh orang yang mendorong balok sama dengan gaya H , bagian dari berat balok).

Jadi, efisiensi bidang miring menjadi,

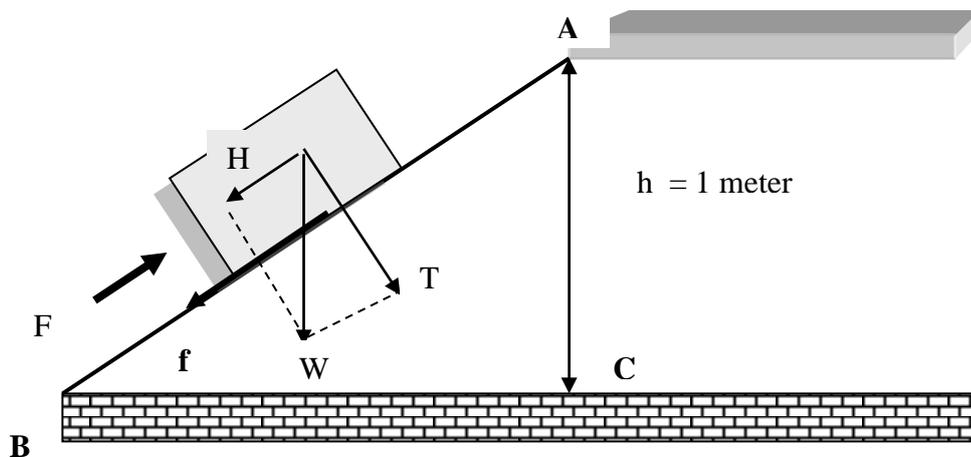
$$Efisiensi = \frac{w \times h}{Fb \times l} \times 100\%$$

Jika papan dalam keadaan licin, maka usaha *in-put* yang dilakukan $F \times l = H \times l$ dan sama dengan usaha *out-put* yang dilakukan bidang miring $w \times h$.

Jadi, efisiensi bidang miring yang licin menjadi,

$$Efisiensi = \frac{w \times h}{Fb \times l} \times 100\% = 100\% = 1$$

Papan bidang miring untuk licin sempurna efisiensinya 100 %, namun kenyataannya bahwa balok mengalami gaya gesekan dari papan yang arahnya berlawanan dengan arah gerak balok, seperti pada gambar 4.3 di bawah ini.



Gambar 4.3 Papan memberikan gaya gesekan sebesar pada balok, arahnya ke bawah.

Dari gambar di atas, terlihat bahwa gaya yang diberikan untuk mendorong balok ke atas sebesar F harus melawan gaya H dan gaya gesekan f . Dengan demikian gaya yang diberikan $Fb = H + f$.

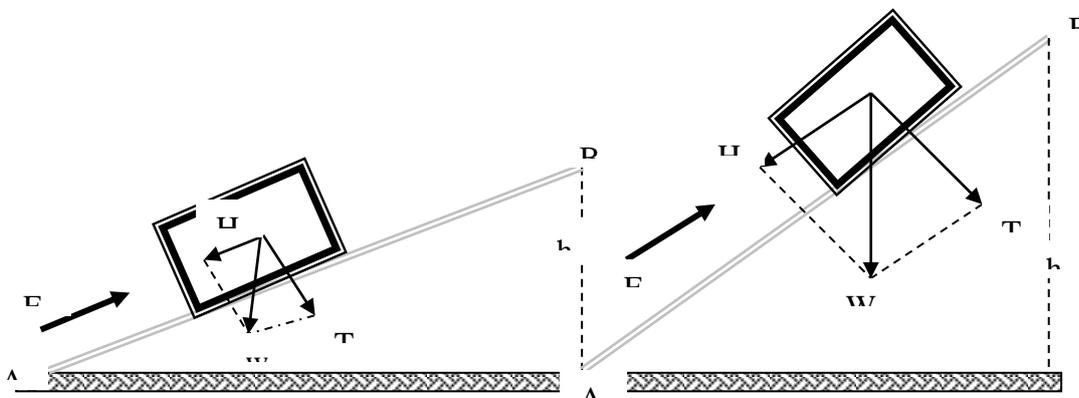
Adapun usaha *in-put* yang diberikan menjadi $Fb \times l = (H+f) \times l$.

Jadi, efisiensi bidang miring menjadi,



$$\text{Efisiensi} = \frac{w \times h}{(H \times f)} \times 100\% < 100\%$$

Bila kita perhatikan bahwa usaha yang dilakukan gaya gesekan besarnya $f \times l$ yang akan berubah menjadi kalor. Makin tegak papan bidang miring (sudut kemiringan makin besar), makin besar gaya H yang harus dilawan dan makin sulit juga mendorong balok ke atas. Berlaku sebaliknya bahwa makin sulit ketika mendorong balok ke atas. Bagaimana bila sudut kemiringan makin kecil? tentu berlaku sebaliknya dari keadaan di atas.



Gambar 4.4 Perbandingan gaya H yang harus dilawan. Gaya H sebelah kiri lebih kecil daripada gaya H sebelah kanan yang harus dilawan.

Jika kita lihat gambar 4.4 bahwa pada rumus keuntungan mekanik, $\frac{l}{h}$ dapat juga kita jelaskan. Keuntungan mekanik makin kecil apabila papan bidang miring semakin tegak sehingga tinggi h makin besar, seperti terlihat pada gambar 4 sebelah kanan.

Contoh:

1. Jika panjang papan bidang miring 4 m dalam keadaan licin, tinggi ujung atas papan dari tanah 100 cm, dan papan bidang miring itu digunakan untuk mendorong balok sampai tingginya 100 cm. Tentukan :
 - a. Berapa keuntungan mekaniknya?
 - b. Berapa gaya yang harus dilawan untuk mendorong balok ke atas, jika berat balok 2500 N?
 - c. Berapa efisiensi bidang miring itu?

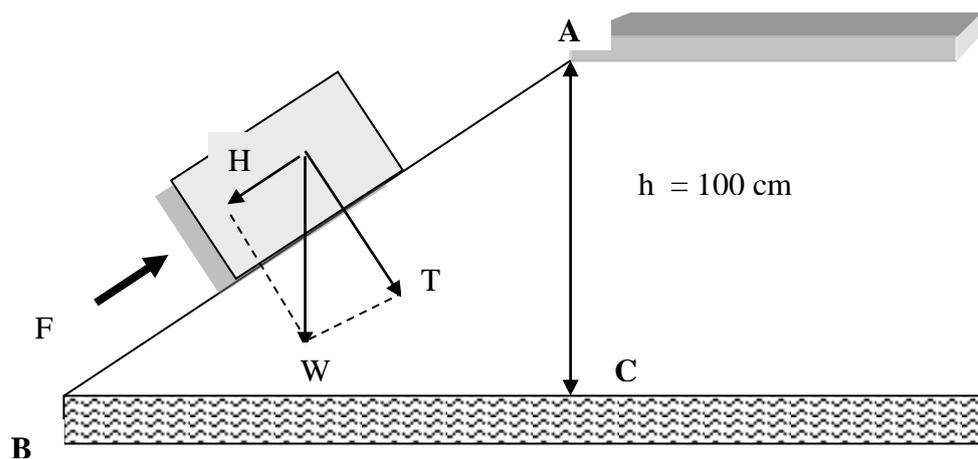


Penyelesaian:

a. Keuntungan mekanik = $\frac{l}{h} = \frac{4}{1} = 4$

- b. Dengan bidang miring ini (pesawat sederhana) seseorang dapat mendorong balok yang beratnya 4 kali lebih besar dari gaya yang diberikan oleh orang itu. Dapat juga dikatakan bahwa gaya yang diberikan seseorang $\frac{1}{4}$ kali berat balok = $\frac{1}{4} \times 2500 = 625 \text{ N}$. Besarnya gaya yang diberikan ini sama dengan gaya yang berasal dari berat balok. Jadi, gaya yang harus dilawan $H = 625 \text{ N}$.

Dikarenakan papan dalam keadaan licin sehingga gaya H seperti pada gambar di bawah ini, sama dengan gaya F yang diberikan seseorang.



Adapun usaha yang dilakukan seseorang $F \times l$ sama dengan usaha yang dilakukan berat balok $w \times h$ sebagai usaha *out-put*, sehingga

c. Efisiensi = $\frac{w \times h}{F \times l} \times 100\% = 100\%$

Bila kita hitung, $F = H = 625 \text{ N}$, maka $\frac{w \times h}{F \times l} = \frac{2500 \times 1}{625 \times 4} = 1$

Keuntungan Mekanik Sebenarnya dan Ideal (AMA dan IMA)

Untuk menyatakan ukuran kemampuan mesin digunakan istilah keuntungan mekanik, *mechanical advantage*. Definisi keuntungan mekanik adalah perbandingan gaya keluaran terhadap gaya masukan. Ada dua istilah



keuntungan mekanik, yaitu *keuntungan mekanik sebenarnya*, *actual mechanical advantage (A.M.A)* dan *kemampuan mekanik sempurna*, *ideal mechanical advantage (I.M.A)*. Misal gaya terpasang atau gaya masukan F terpasang ke dalam sebuah mesin, dan mesin memberikan gaya keluaran atas beban adalah w . Keuntungan mekanik sebenarnya

$$A.M.A = \frac{\text{Gaya keluaran}}{\text{Gayamasukan}} = \frac{\text{Beban}}{\text{kuasa}} = \frac{w}{F} \dots\dots\dots(1)$$

Keluaran usaha/energi dari sebuah mesin tak pernah dapat melebihi total keseluruhan usaha/energi masukan. Hal ini dikarenakan di bagian-bagian yang bergerak terjadi kehilangan usaha/energi. Apalagi pada mesin-mesin yang semakin kompleks yang bagian-bagiannya banyak yang bergerak, secara substansional akan memberikan kehilangan usaha/energi yang cukup besar pula.

Untuk menyatakan sampai seberapa besar pengaruh kehilangan usaha/energi oleh gesekan yang terjadi didefinisikan konsep efisiensi (η). *Efisiensi* adalah perbandingan antara *usaha keluaran yang dipakai* (W_{out}) terhadap jumlah total usaha masukan (W_{in}).

$$\eta = \frac{W_{out}}{W_{in}} \dots\dots\dots (2)$$

Di mana

$$Usaha = W = Gaya \times perpindahan$$

jadi jika s adalah jarak perpindahan oleh gaya terpasang F (gaya masukan), dan h adalah jarak perpindahan beban w dengan demikian efisiensinya adalah

$$\eta = \frac{(W_{out})}{(W_{in})} = \frac{h.w}{s.F} = \frac{w/F}{s/h} \dots\dots\dots (3)$$

$$w = \text{gaya beban}$$

$$F = \text{gaya kuasa}$$

Untuk mesin ideal artinya tidak ada gesekan, efisiensi mesinnya = 1, dengan demikian keuntungan mekanik ideal

$$I.M.A = \frac{w}{F} = \frac{s}{h} \dots\dots\dots (4)$$

Karena pada kenyataannya, mesin-mesin terdiri atas banyak bagian-bagian yang bergerak, maka perbandingan s/h merupakan kemungkinan maksimum



keuntungan mekaniknya atau keuntungan mekanik ideal, *ideal mechanical advantage* (I.M.A). Dengan mengacu ke I.M.A, maka efisiensi untuk setiap apapun jenis mesin adalah

$$\eta = \frac{A.M.A}{I.M.A} = \frac{w/F}{s/h} \dots\dots\dots(5)$$

atau dapat juga dinyatakan dalam persen

$$\eta = \frac{W_{out}}{W_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots(6)$$

$$\eta = \frac{A.M.A}{I.M.A} \times 100\%$$

Efisiensi dapat dinyatakan juga dengan satuan usaha yang dilakukan mesin persatuan waktu kerja mesin atau dinyatakan dalam daya mesin sebagai berikut

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \dots\dots\dots(7)$$

dalam persen

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots(8)$$

Contoh

Sebuah pompa air digunakan untuk menaikkan air dari bawah sumur dengan kedalaman 80 meter. Mesin berkemampuan mengalirkan air 150 Liter/menit. Jika efisiensi mesin 80%, berapa daya listrik yang diperlukan?

Jawab :

1 liter air ekuivalen dengan massa 1 kg. Kecepatan aliran dalam satuan massa air = 150 kg/menit = 150 kg/60 detik = 2,5 kg/detik. Jadi daya keluarannya adalah

$$P_{out} = \frac{W_{out}}{t} = \frac{mgh}{t}$$

$$= (2,5 \text{ kg / detik} \times 9,8 \text{ m / det}^2 \times 80 \text{ m}) = 1960 \text{ watt}$$

dengan demikian

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta}$$

$$P_{in} = \frac{1960 \text{ w}}{0,8} = 2450 \text{ watt}$$

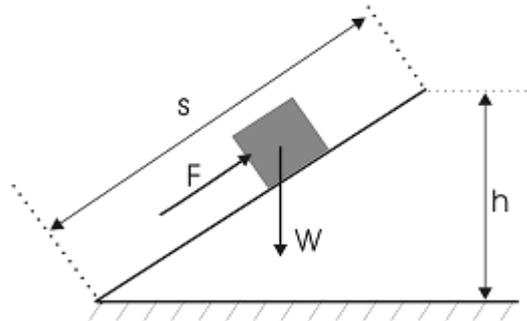
$$P_{in} = \frac{2450 \text{ watt}}{746 \text{ hp}} = 3,28 \text{ hp}$$



Latihan

1. Tentukan efisiensi mesin yang mempunyai A.M.A = 3.5 dan I.M.A = 8.2 ?
2. Berapa daya masukan yang diperlukan untuk mengoperasikan sebuah mesin yang mengeluarkan daya 2.5 mW dengan efisiensi 4% ?

Kadang kita menggunakan sebuah bidang miring untuk memindahkan benda dari tempat yang rendah ke tempat yang tinggi, lihat gambar 4.5.



Gambar 4.5 Bidang miring dengan komponen beban dan gaya masukan

Keuntungan mekanik sebenarnya bidang miring adalah

$$A.M.A = \frac{\text{beban}}{\text{gayamasukan}} = \frac{w}{F} \dots\dots\dots(9)$$

dan

$$I.M.A = \frac{\text{Perpindahan jarak oleh dorongan}}{\text{Perpindahan beban vertikal}} \dots\dots\dots(10)$$

dimana

$\theta = \text{sudut kemiringan bidang miring}$

Efisiensi bidang miring adalah

$$\eta = \frac{A.M.A}{I.M.A} = \frac{w/F}{s/h} \dots\dots\dots(11)$$

Contoh:

Seseorang harus mendorong dengan gaya 75 Newton sebuah beban 300 Newton yang terletak pada bidang miring dengan perbandingan $s/h = 5,76$

- (a) Berapa A.M.A dan berapa pula I.M.A nya?



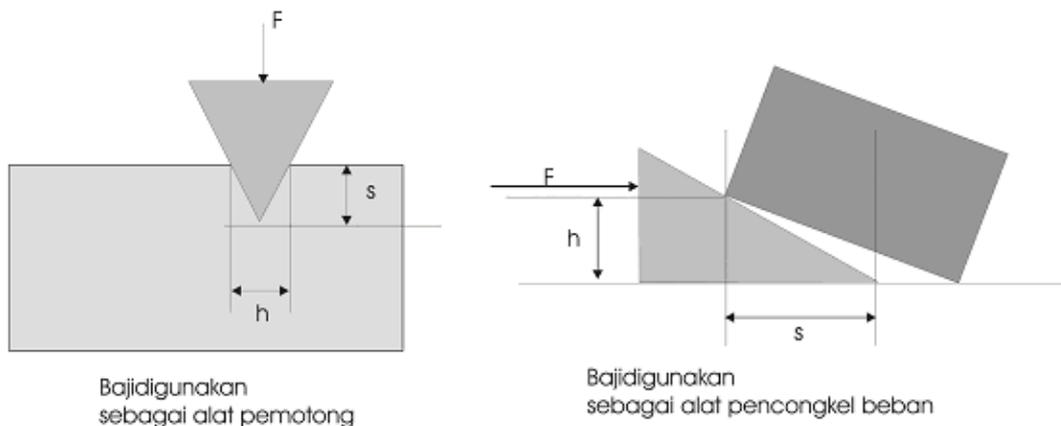
(b) Tentukan pula efisiensinya?

Jawab:

(a) $A.M.A = 300/75 = 4$, $I.M.A = s/h = 5,76$

(b) Efisiensi = $A.M.A/I.M.A = 4/5,76 = 0,69$ atau 69%

b. Baji



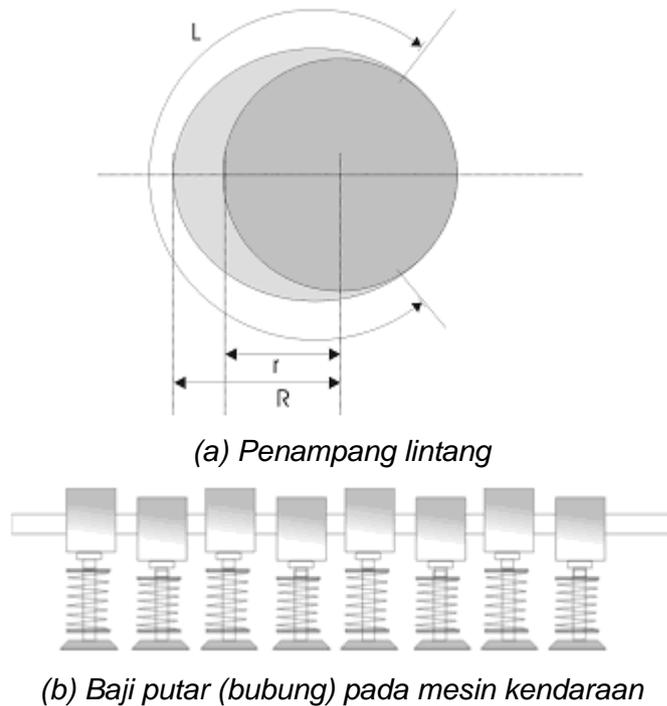
Gambar 4.6 Baji digunakan sebagai alat pemotong dan pencokel/penggeser

Baji dapat digunakan pula sebagai alat pemotong atau penggeser beban berat seperti tampak pada gambar 4.6. Pada baji ini efisiensinya cukup rendah, karena gesekan baji dengan alas sangat besar akibat tambahan beban dari beban pemberat. Besarnya I.M.A baji adalah

$I.M.A = s/h \dots\dots\dots(12)$

Baji Putar

Baji lain adalah Baji putar yang biasa digunakan untuk mengungkit katup mesin kendaraan, lihat gambar 4.7. Baji ini mempunyai kelebihan dalam hal gesekannya yang sangat kecil lebih-lebih memakai pelumas, gesekannya hampir tidak ada (nol). Baji putar sangat ideal, karena mempunyai keuntungan mekanik idealnya cukup besar.



Gambar 4.7 Baji putar dengan penampang lintang pada mesin kendaraan

I.M.A baji putar adalah

$$I.M.A = \frac{\text{Perpindahan jarak selama usaha / kuasa}}{\text{Perpindahan beban}} \quad \text{atau}$$

$$I.M.A = \frac{L}{R - r} \dots\dots\dots(13)$$

c. Baut dan Dongkrak Sekrup

Baut dan dongkrak sekrup terdiri atas bidang miring melingkar mengelilingi batang bentuk silinder. Jarak antara urutan kepala bergerigi dinamakan anggukan ,pitch, lihat gambar 4.8. Pada baut dan dongkrak bahwa satu putaran penuh sekrup dongkrak sama dengan jarak Bergeraknya beban sejauh titian gigi atau anggukan. Jadi baik untuk baut maupun dongkrak sekrup keuntungan mekanik idealnya adalah

$$I.M.A = \frac{\text{Jarak melingkar oleh pemegang sekrup}}{\text{Jarak anggukan}}$$



Khusus untuk dongkrak

$$I.M.A = \frac{2\pi L}{p},$$

dengan p = jarak anggukan



(a) Baut dan sekrup (b) Dongkrak sekrup

Gambar 4.8 Beberapa jenis baut, sekrup dan dongkrak sekrup

Contoh

Dongkrak sekrup mempunyai jarak anggukan 0.2 cm dan panjang pemegang 50 cm digunakan untuk mengangkat 2000 kg beban. Jika efisiensi dongkrak 10% berapa gaya yang diperlukan untuk memutar pada diujung lengan dongkrak.

Jawab

Dari persamaan (11) bahwa

$$A.M.A = \eta(I.M.A) = \frac{w}{F}$$

gaya adalah

$$F = \frac{w}{\pi(I.M.A)}$$

sedangkan

$$I.M.A = \frac{2\pi L}{p}$$

$$\text{jadi } F = \frac{w}{\pi\left(\frac{2\pi L}{p}\right)} = \frac{(2000\text{kg } 9.8\text{m/s}^2)}{0.1\left(\frac{2\pi \cdot 0.5\text{m}}{0.02}\right)} = 1,25 \times 10^{-2} \text{ Newton}$$

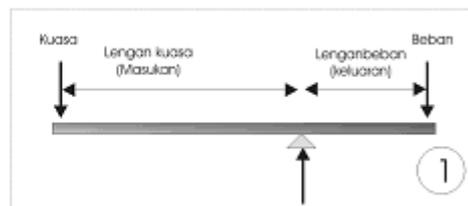
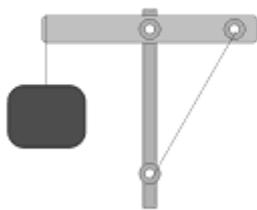


d. Pengungkit

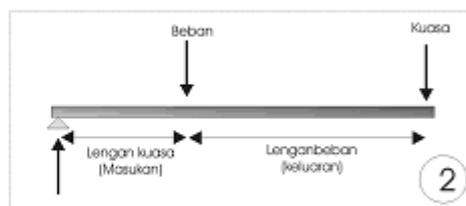
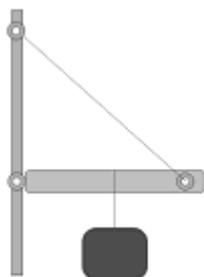
Pengungkit merupakan pesawat sederhana yang cukup efisien. Pengungkit merupakan batang pejal yang diletakkan pada suatu titik tumpu rotasi, "*fulcrum*". Pengungkit dibagi kedalam tiga kelas kategori yang didasarkan pada kedudukan letak titik tumpu, lihat gambar 4.9. Ketiga katagori pengungkit tersebut yaitu;

1. Pengungkit dengan titik tumpu berada di antara titik kuasa dan titik beban
2. Pengungkit dengan beban berada di antara titik tumpu dan kuasa
3. Pengungkit dengan titik kuasa berada di antara titik beban dan titik kuasa

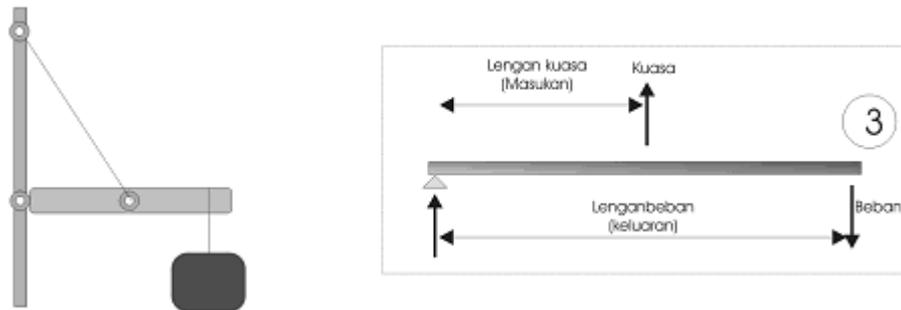
Pada pengungkit, kehilangan gesekan yang muncul cukup kecil, karena luas yang bersentuhan antara penumpu dan pengungkit cukup kecil. Pada saat pengungkit berada pada posisi kesetimbangan, perhitungan gaya-gaya sejajar yang tak diketahui dapat dilakukan menurut aturan penjumlahan gaya-gaya sejajar.



(a) pengungkit dengan titik tumpu berada di antara titik kuasa dan titik beban (Tumpu di tengah)



(b) Pengungkit dengan beban berada di antara titik tumpu dan kuasa (Beban di tengah)



(c) Pengungkit dengan titik tumpu berada di antara titik beban dan titik kuasa (Kuasa di tengah)

Gambar 4. 9 Jenis pengungkit dengan titik tumpu, titik kuasa, dan beban

Jadi jika panjang lengan masing-masing, l_{in} lengan masukan dan l_{out} lengan keluaran diketahui, maka dapat kita tentukan hubungan gaya-gaya yang terpasangnya dengan menggunakan persamaan jumlah Momen, yaitu:

$$\Sigma M_p = l_{in}F - l_{out}w = 0$$

sehingga

$$\frac{w}{F} = \frac{l_{in}}{l_{out}} = A.M.A$$

Jika gerakan kuasa atas batang pengungkit merupakan panjang arkus s dan panjang lengan beban berhubungan dengan panjang arkus h , untuk sudut yang sama besar keduanya pada titik tumpu maka berlaku

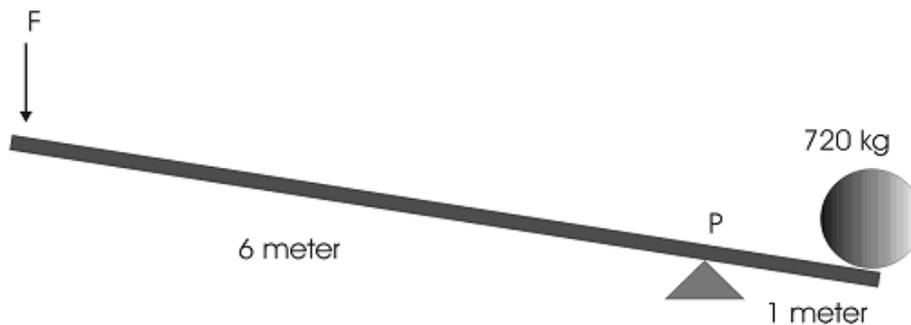
$$\theta = \frac{s}{l_{in}} = \frac{h}{l_{out}} \text{ dan}$$

$$I.M.A = \frac{s}{h} = \frac{l_{in}}{l_{out}}$$

Contoh

Seseorang mengungkit sebuah batu berat 720 N dengan menggunakan batang pengungkit panjang 7 meter, seperti yang ditunjukkan gambar 4.10

- Berapa gaya minimum yang harus dilakukan seseorang untuk menaikkan batu?
- Berapa I.M.A pengungkit?



Gambar 4.10 Mengungkit batu

Jawab

(a) dengan mengambil jumlah momen di titik tumpu, kita dapatkan

$$\sum M_p = 6m \cdot F - 1m \cdot 720 \text{ N} = 0$$

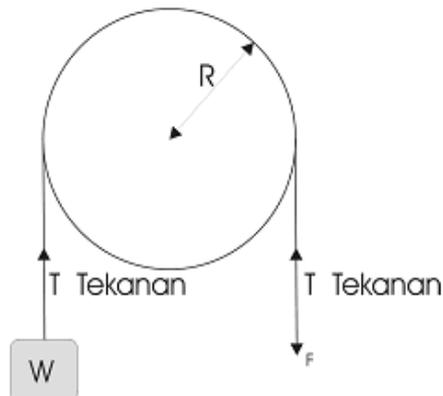
$$F = \frac{1m \cdot 720 \text{ m}}{6} = 120 \text{ N}$$

(b) I.M.A nya adalah

$$I.M.A = \frac{s}{h} = \frac{l_{in}}{l_{out}} = \frac{6}{1} = 6$$

e. Puli (Katrol)

Puli adalah sebuah roda dengan lubang poros berada di tengah hingga dapat berputar dengan bebas. Pada sisi-sisi lingkaran puli biasanya terdapat lekukan untuk tempat tali. Pada prinsipnya, puli bekerja sebagai pengungkit, tetapi efisiensinya rendah karena adanya gesekan antara poros dan lubang poros puli. Di samping itu gaya gesek akibat satuan massa puli. Namun demikian, dengan menggunakan puli, kita dapat mengubah arah gaya. Demikian pula, untuk sistem dua atau lebih puli yang disusun sejajar atau seri dapat memberikan keuntungan mekanik yang cukup besar. Kegunaan puli cukup banyak, di antaranya untuk erekan, menggerakkan tali, menggerakkan batang, dan menggerakkan gigi.



Gambar 4.11 Puli tunggal

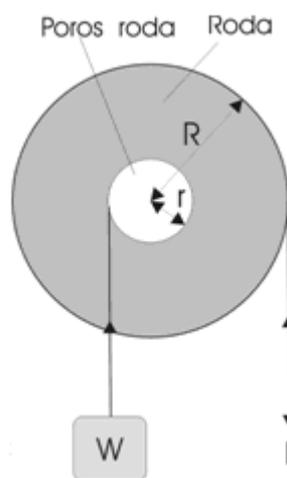
Dilihat dari sisi kerja pengungkit, nilai I.M.A puli adalah sama dengan 1. Untuk anggapan jika tidak ada gesekan (atau diabaikan) maka besarnya gaya tekanan/tarikan di kedua sisi tali sama besar, lihat gambar 4.14.

Untuk puli dengan beban berada pada poros as puli, gambar 4.15, keuntungan mekanik idealnya adalah

$$I.M.A = \frac{\text{Jarak tempuh int asan kuasa}}{\text{Jarak tempuh lint asan beban}}$$

$$= \frac{R\theta}{r\theta}$$

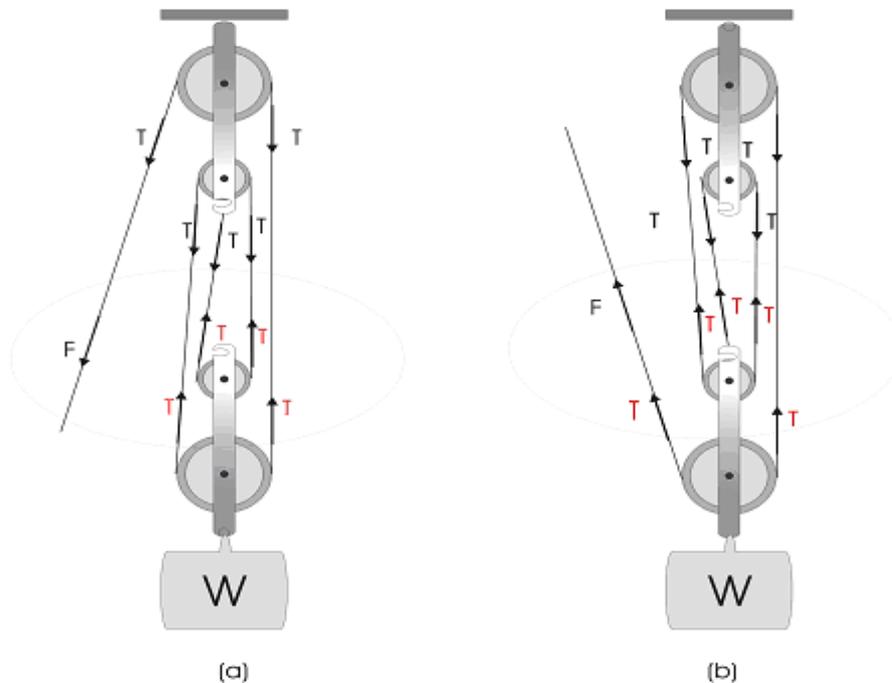
dimana R adalah jari-jari puli besar, r adalah jari-jari poros.



Gambar 4.12 Bagian dari katrol tunggal



Untuk puli ganda dengan katrol seperti yang ditunjukkan Gambar 4.13 (a) dan (b). Kuasa ditarik ke bawah dimana masing-masing gesekan berjumlah saling meniadakan sehingga $IMA=AMA$.



Gambar 4.13 Puli ganda dengan jumlah katrol 4

Dengan melihat beban tarikan ke atas atas beban, beban w mempunyai persamaan

$$W=4T$$

Dimana $F = T$, jadi

$$W = - 4F, \text{ dengan demikian}$$

$$AMA = IMA = w/F = 4$$

Untuk gambar 31 (b), $W = 5T$ dengan demikian

$$AMA = IMA = w/F = 5$$

Kesimpulan: Untuk mencari IMA dapat ditentukan dari jumlah tali yang menarik beban.

D. Aktivitas Pembelajaran

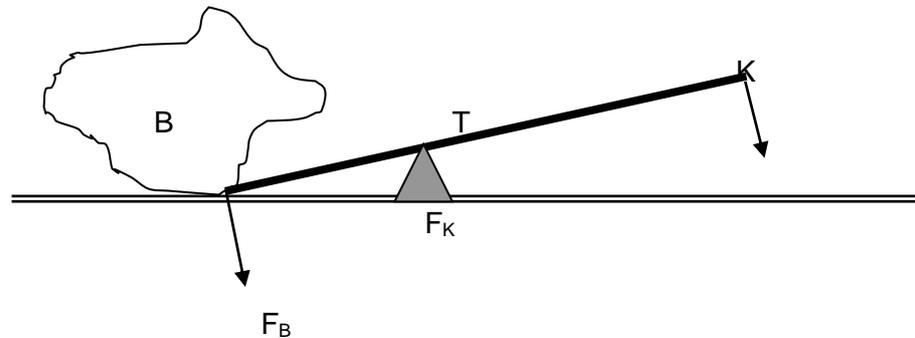
a. LKP-1

Judul : Tuas

Tujuan : Menyusun LKS pesawat sederhana mengenai tuas

Teori singkat

Tuas, katrol berganda, roda berganda adalah alat yang dibuat untuk melipatgandakan kemampuan kita atau gaya itu sendiri.



Gambar 4.14. Tuas dengan titik tumpu, titik kuasa, dan titik beban

Dengan T = titik tumpu, K = titik kuasa, B = titik beban

$$\frac{F_B}{F_k} = \frac{l_k}{l_b}$$

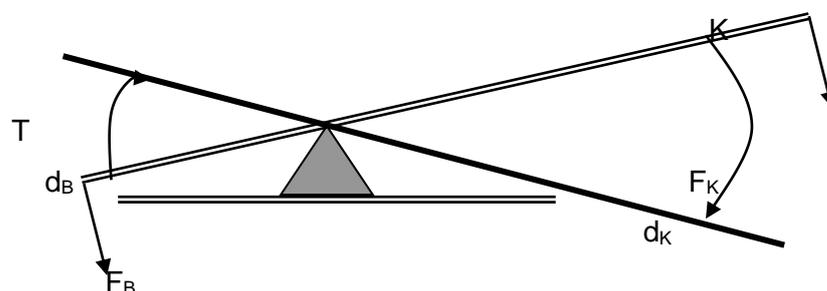
Keuntungan mekanik sebuah tuas adalah perbandingan antara beban dan kuasa atau, $\frac{l_k}{l_b}$

Jadi, Keuntungan Mekanik, KM =

Efisiensi tuas,

$$\text{Efisiensi tuas} = \frac{\text{usaha output}}{\text{usahainput}} \times 100\%$$

Jika kita perhatikan gambar di bawah ini,



Gambar 4.15. Skema efisiensi tuas (d_K = jarak kuasa, d_B = jarak beban)

$$\text{Jadi, efisiensi tuas} = \frac{F_B \times d_B}{F_K \times d_K} \times 100\%$$

Efisiensi tuas yang paling besar adalah 100%



Pesawat-pesawat sederhana yang menggunakan prinsip tuas dapat dibagi atas 3 golongan, yaitu :

1. Titik tumpu T berada di antara titik kuasa dan titik beban. Pesawat sederhana yang termasuk golongan pertama adalah : gunting, tang, linggis, palu untuk mencabut paku.
2. Titik beban B terletak antara titik tumpu T dan titik kuasa K. Pesawat sederhana yang termasuk golongan kedua adalah : gerobak dorong, pembuka kaleng, pemotong kertas, pemecah biji buah.
3. Titik kuasa K terletak antara titik tumpu T dan titik beban B. Pesawat sederhana yang termasuk golongan ketiga adalah : singkup, dan jepitan.

Pertanyaan :

1. Buatlah LKS (lembar kegiatan siswa) mengenai tuas dengan langkah – langkah (judul, tujuan, kompetensi dasar, alat dan bahan, desain system alat, langkah percobaan, pertanyaan dalam percobaan, dan kesimpulan).
2. Sebutkan aplikasi dalam kehidupan sehari mengenai tuas dan bagaimana konsep dasarnya

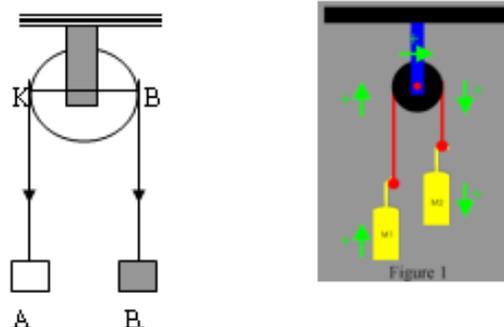
b. LKP-2

Judul : Katrol Tetap

Tujuan : Menyusun LKS pesawat sederhana tentang katrol tetap

Teori singkat

Katrol tunggal



Gambar 4.16 Katrol tunggal dengan arah gaya



Jika B adalah beban yang hendak diangkat ke atas maka pada ujung tali di sebelah kiri harus ditarik ke bawah dengan gaya minimal sebesar beban B.

Jadi, keuntungan mekanik katrol tunggal adalah :

$$\frac{F_B}{F_K} = 1$$

Keuntungan katrol tunggal ialah termasuk pesawat sederhana yang dibuat untuk mengubah arah. Beban harus diangkat ke atas, ditarik ke bawah melalui katrol tunggal.

Pertanyaan :

1. Buatlah LKS (lembar kegiatan siswa) mengenai katrol tunggal dengan langkah–langkah (judul, tujuan, kompetensi dasar, alat dan bahan, desain system alat, langkah percobaan, pertanyaan dalam percobaan, dan kesimpulan).
2. Sebutkan aplikasi dalam kehidupan sehari mengenai katrol tunggal dan bagaimana konsep dasarnya.

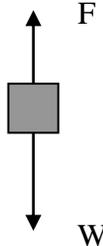
E. Latihan/Kasus/Tugas

Judul : Aplikasi pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari

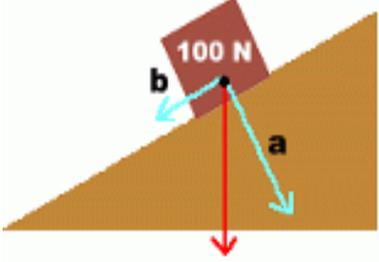
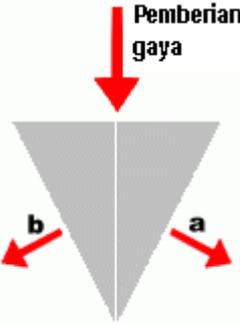
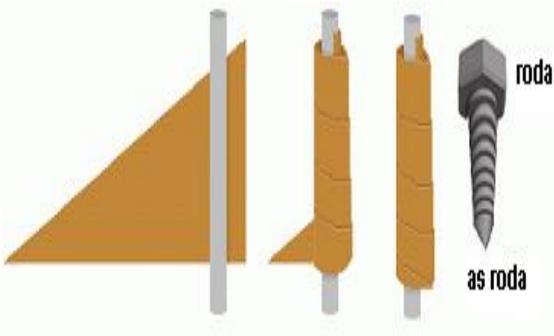
Tujuan : Memahami konsep pesawat sederhana melalui gambar

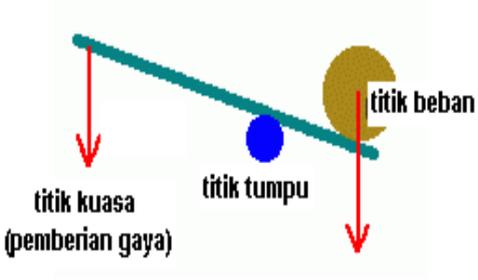
Langkah kerja :

- Isilah kolom sketsa untuk pemahaman konsep di bawah ini.

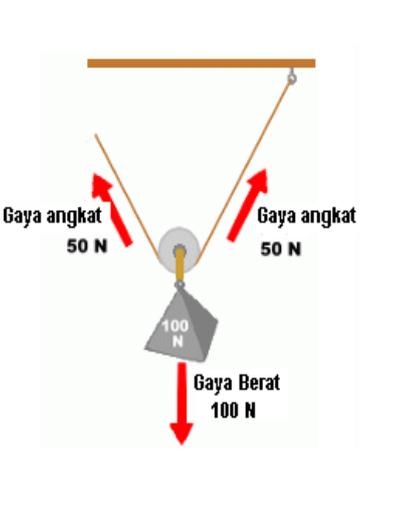
No.	Gambar Pesawat sederhana	Sketsa untuk pemahaman konsep
1.		<p>Contoh :</p>  <p>Benda yang diangkat secara langsung besarnya sama dengan gaya berat benda itu. ($F = W$)</p>



No.	Gambar Pesawat sederhana	Sketsa untuk pemahaman konsep
2.		
3.		
4.		

No.	Gambar Pesawat sederhana	Sketsa untuk pemahaman konsep
5.	 <p>Pengungkit kelas pertama</p>	<p>Contoh :</p> 
6.	 <p>Pengungkit kelas kedua</p>	
7.	 <p>Pengungkit kelas ketiga</p>	



No.	Gambar Pesawat sederhana	Sketsa untuk pemahaman konsep
10.		
11.		
12.		



No.	Gambar Pesawat sederhana	Sketsa untuk pemahaman konsep
13.		
14.		

F. Rangkuman

1. Keuntungan mekanik adalah suatu bilangan yang menyatakan pelipatgandaan hasil dari suatu pesawat sederhana terhadap gaya atau jarak perpindahan. Pada bidang miring keuntungan mekaniknya adalah

$$KM = \frac{l}{h}$$

2. Jadi, efisiensi sebuah pesawat sederhana dapat didefinisikan sebagai



$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{usaha out} - \text{put}}{\text{usahain} - \text{put}} \times 100\%$$

- Usaha yang dilakukan bidang miring (pesawat sederhana), disebut *usaha out-put*.
- Usaha yang diberikan oleh otot atau orang yang menggunakan bidang miring disebut *usaha in-put*.
- Efisiensi bidang miring menjadi,

$$\text{Efisiensi} = \frac{w \times h}{H \times l} \times 100\%$$

$$6. \text{ A.M.A} = \frac{\text{Gayakeluaran}}{\text{Gayamasukan}} = \frac{\text{Beban}}{\text{kuasa}} = \frac{w}{F}$$

$$7. \text{ Efisiensinya, } \eta = \frac{(W_{out})}{(W_{in})} = \frac{h.w}{s.F} = \frac{w/F}{s/h}; w = \text{gaya beban, } F = \text{gaya kuasa}$$

$$8. \text{ Keuntungan mekanik ideal, } I.M.A = \frac{w}{F} = \frac{s}{h}$$

- Dengan mengacu ke I.M.A, maka efisiensi untuk setiap apapun jenis mesin adalah

$$\eta = \frac{\text{A.M.A}}{\text{I.M.A}} = \frac{w/F}{s/h}$$

- Efisiensi dapat dinyatakan juga dengan satuan usaha yang dilakukan mesin persatuan waktu kerja mesin atau dinyatakan dalam daya mesin sebagai berikut

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}; \text{ dalam persen, } \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

- Keuntungan mekanik sebenarnya bidang miring adalah

$$\text{A.M.A} = \frac{\text{beban}}{\text{gayamasukan}} = \frac{w}{F}$$

dan

$$\text{I.M.A} = \frac{\text{Perpindahan jarak oleh dorongan}}{\text{Perpindahan beban vertikal}};$$

dimana: $\theta = \text{sudut kemiringan bidang miring}$; $\eta = \text{Efisiensi bidang miring}$ adalah



$$\eta = \frac{A.M.A}{I.M.A} = \frac{w/F}{s/h}$$

12. Besarnya I.M.A baji adalah , I.M.A=s/h

13. Untuk baid maupun dongkrak sekrup keuntungan mekanik idealnya adalah

$$I.M.A = \frac{\text{Jarak melingkar oleh pemegangskrup}}{\text{Jarak anggukan}}$$

Khusus untuk dongkrak

$$I.M.A = \frac{2\pi L}{p}, \text{ dengan } p = \text{jarak anggukan}$$

14. Jika gerakan kuasa atas batang pengungkit merupakan panjang arkus s dan panjang lengan beban berhubungan dengan panjang arkus h, untuk sudut yang sama besar keduanya pada titik tumpu maka berlaku

$$\theta = \frac{s}{l_{in}} = \frac{h}{l_{out}} \text{ dan } I.M.A = \frac{s}{h} = \frac{l_{in}}{l_{out}}$$

15. Untuk puli dengan beban berada pada poros as puli, gambar-8, keuntungan mekanik idealnya adalah

$$I.M.A = \frac{\text{Jarak tempuh int asan kuasa}}{\text{Jarak tempuh lint asan beban}};$$

$$= \frac{R\theta}{r\theta}$$

dimana R adalah jari-jari puli besar, r adalah jari-jari poros.

$$\frac{F_B}{F_k} = \frac{l_k}{l_b}$$

16. Keuntungan mekanik sebuah tuas adalah perbandingan antara beban dan kuasa atau,

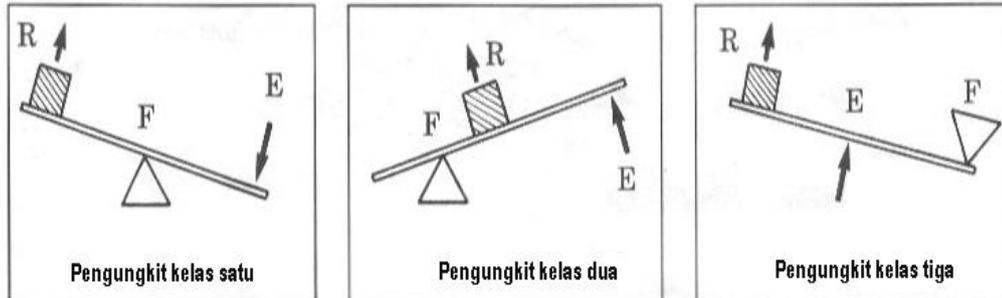
Jadi,Keuntungan Mekanik, KM =

$$Efisiensi tuas = \frac{\text{usahaoutput}}{\text{usahainput}} \times 100\% = \frac{l_k}{l_b}$$



17. Tipe – tipe pengungkit adalah sebagai berikut

Tipe-tipe alat pengungkit



G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah Anda mempelajari modul dan mengikuti kegiatan pembelajaran tentang penilaian kelompok kompetensi C, Anda dapat mengevaluasi diri dengan cara menganalisis kemampuan Anda dalam menyelesaikan soal latihan. Jika Anda dapat mengerjakan soal latihan dengan benar di atas 75%, maka Anda dapat melanjutkan ke materi berikutnya. Tetapi jika di bawah 75% silahkan Anda pelajari ulang materi ini dengan menambah referensi lain untuk pelajari dan berdiskusi untuk memperdalam materi.

KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS

A. Kegiatan Pembelajaran 1: Impuls dan Momentum

Kunci Jawaban

Setelah Anda mencoba untuk mengerjakan soal latihan, silahkan Anda periksa apakah jawaban sudah sesuai dengan kunci jawaban berikut.

Pembahasan Soal No. 1

- a) anak A meloncat ke belakang dengan kelajuan 50 m/s

Saat anak A meloncat ke belakang maka dua kelompok yang terlibat adalah anak A dengan massa sebut saja $m_1 = 75$ kg dan anak B bergabung dengan perahu dengan total massa sebut saja $m_2 = 225 + 50 = 275$ kg. Kecepatan awal anak A dan B adalah sama dengan kecepatan perahu = 20 m/s

- b)

$$\begin{aligned}m_1 v_1 + m_2 v_2 &= m_1 v_1' + m_2 v_2' \\(75)(20) + (275)(20) &= (75)(-50) + 275 v_2' \\1500 + 5500 &= -3750 + 275 v_2' \\275 v_2' &= 10750 \\v_2' &= \frac{10750}{275} = 39,1 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Dengan demikian kecepatan perahu setelah anak A melompat ke belakang sekaligus kecepatan anak B yang masih naik perahu adalah 39,1 m/s

- c) anak B meloncat ke arah depan dengan kelajuan 50 m/s

Saat anak B meloncat ke depan, maka dua kelompok yang terlibat adalah anak B dengan massa sebut saja $m_1 = 50$ kg dan anak A bersama perahu sebut saja $m_2 = 225 + 75 = 300$ kg.



$$\begin{aligned}
m_1v_1 + m_2v_2 &= m_1v'_1 + m_2v'_2 \\
(50)(20) + (300)(20) &= (50)(50) + 300v'_2 \\
1000 + 6000 &= 2500 + 300v'_2 \\
300v'_2 &= 4500 \\
v'_2 &= \frac{4500}{300} = 15 \text{ m/s}
\end{aligned}$$

Dengan demikian kecepatan perahu sekaligus kecepatan anak A yang masih naik perahu setelah anak B melompat ke depan adalah 15 m/s

Catatan : Tanda (+) untuk kecepatan jika anak melompat searah gerak perahu, tanda (-) jika anak melompat berlawanan arah dengan gerak perahu.

Pembahasan Soal No. 2

Hukum kekekalan momentum, dengan kondisi kecepatan bola sebelum tumbukan nol ($v_b = 0$) dan kecepatan bola dan peluru setelah tumbukan adalah sama ($v_b' = v_p' = v'$)

$$\begin{aligned}
m_p v_p + m_b v_b &= m_p v'_p + m_b v'_b \\
0,1v_p + 0 &= 1,9v' + 0,1v' \\
0,1v_p &= 2v' \\
v_p &= \frac{2v'}{0,1} \\
v_p &= 20v'
\end{aligned}$$

Hukum kekekalan energi mekanik untuk mencari v' :

$$\begin{aligned}
v' &= \sqrt{2gh} \\
v' &= \sqrt{2(10)(0,2)} = 2 \text{ m/s}
\end{aligned}$$

Sehingga:

$$v_p = 20v' = 20(2) = 40 \text{ m/s}$$

Pembahasan Soal No.3

Cari terlebih dahulu kecepatan bola m saat menumbuk balok M

$$\begin{aligned}
v_m &= \sqrt{2gh} \\
v_m &= \sqrt{2(10)(0,8)} = 4 \text{ m/s}
\end{aligned}$$

Hukum kekekalan momentum :



$$m_m v_m + m_M v_M = m_m v'_m + m_M v'_M$$

$$(0,1)(4) + 0 = 0,1v' + 1,9v'$$

$$0,4 = 2v'$$

$$v' = \frac{0,4}{2} = 0,2 \text{ m/s}$$

Pembahasan Soal Nomor 4

Data :

$$m_1 : m_2 = 2 : 3$$

Benda mula-mula diam

$$v_1 = 0$$

$$v_2 = 0$$

Dari hukum kekekalan momentum

$$m_1 v_1 + m_2 = m_1 v_1' + m_2'$$

$$2(0) + 3(0) = 2 v_1' + 3_2'$$

$$0 = 2 v_1' + 3_2'$$

$$2 v_1' = - 3 v_2'$$

$$v_1' = - 3/2 v_2'$$

Pembahasan Soal Nomor 5

Data:

$$m = 5 \text{ kg}$$

$$v_1 = 10 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 15 \text{ m/s}$$

$$I = \dots$$

Rumus dasar impuls yaitu perubahan momentum benda.

$$I = P_2 - P_1$$

$$I = mv_2 - mv_1$$

$$I = m(v_2 - v_1)$$

Sehingga:

$$I = 5 (15 - 10) = 25 \text{ kg m/s}$$

Pembahasan Soal Nomor 6

Impuls dan perubahan kecepatan :

Arah kanan (+), arah kiri (-)



$$F\Delta t = m(v_2 - v_1)$$
$$F \left(\frac{1}{1000} \right) = \left(\frac{2}{10} \right) (30 - (-20))$$
$$F = 10.000 \text{ Newton}$$

Pembahasan Soal Nomor 7

Impuls $I =$ Luas grafik $F-t = (10)(15) = 150 \text{ kg.m.s}^{-1}$

Impuls $I = m(v_2 - v_1)$

$$150 = m(v_2 - v_1)$$

$$150 = 1(v_2 - 50)$$

$$v_2 = 200 \text{ m/s}$$

Pembahasan Soal Nomor 8

Seperti soal sebelumnya

Impuls $I =$ luas trapesium $= 1/2 (6 + 9)4 = 30$

Karena

$I = m(v_2 - v_1)$ dengan $v_1 = 0$, maka

$$30 = 3v_2$$

$$m = 30/3 = 10 \text{ m/s}$$

Pembahasan Soal Nomor 9

Menentukan massa dari hubungan gaya dan impuls.

Data:

$$v_2 = 50 \text{ m/s}$$

$$v_1 = 0 \text{ m/s}$$

$$F = 250 \text{ N}$$

$$\Delta t = 0,3 \text{ sekon}$$

$$M = \dots$$

Dari rumus yang sama dengan soal soal di atasnya

$$F\Delta t = m(v_2 - v_1)$$

$$250 \left(\frac{3}{10} \right) = m(50 - 0)$$

$$75 = 50m$$

$$m = \frac{75}{50} = 1,5 \text{ kg}$$

Pembahasan Soal Nomor 10

Menentukan hubungan gaya dan impuls.



Data:

$$v_2 = 14 \text{ m/s}$$

$$v_1 = 0 \text{ m/s}$$

$$m = 0,2 \text{ kg}$$

$$\Delta t = 0,01 \text{ sekon}$$

F = ...

$$F\Delta t = m(v_2 - v_1)$$

$$F\left(\frac{1}{100}\right) = \frac{2}{10}(14 - 0)$$

$$\frac{F}{100} = \frac{28}{10}$$

$$F = 280 \text{ N}$$

Pembahasan Soal Nomor 11

Menentukan hubungan gaya dan impuls.

Data:

$$v_0 = 0 \text{ m/s}$$

$$v_1 = 20 \text{ m/s}$$

$$m = 5000 \text{ kg}$$

I = ...

$$I = m(v_2 - v_1)$$

$$I = 5000(0 - 20)$$

$$I = -100000 \text{ N.s}$$

Impuls yang diberikan sebesar 100000 Ns berlawanan dengan gerak mobil.

Pembahasan Soal Nomor 12

Datanya:

$$m = 100 \text{ gram} = 0,1 \text{ kg}$$

$$v_1 = 25 \text{ m/s} \rightarrow P_1 = mv_1 = 0,1 \times 25 = 2,5 \text{ kg m/s}$$

$$v_2 = 25 \text{ m/s} \rightarrow P_2 = m_2 = 0,1 \times 25 = 2,5 \text{ kg m/s}$$

I =

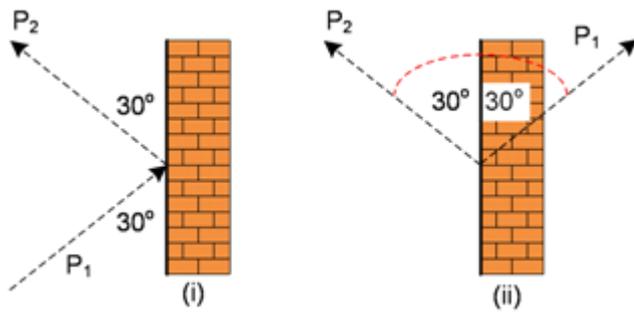
Impuls adalah selisih momentum jadi

$$I = P_2 - P_1$$

Artinya vektornya P_2 dikurangi vektor P_1 , jadi tidak boleh 2,5 kurang 2,5 sama dengan nol.

Boleh langsung kurang kalau P_1 dan P_2 lurus satu garis.

Cara Pertama, menggunakan rumus langsung selisih dua vektor.



Dari rumus selisih dua vektor waktu kelas 10, dengan data:

$$P_1 = 2,5 \text{ kg m/s}$$

$$P_2 = 2,5 \text{ kg m/s}$$

$$\theta = 60^\circ$$

Masukkan rumus selisih dua vektor

$$I = P_2 - P_1$$

$$I = \sqrt{P_1^2 + P_2^2 - 2P_1P_2 \cos \theta}$$

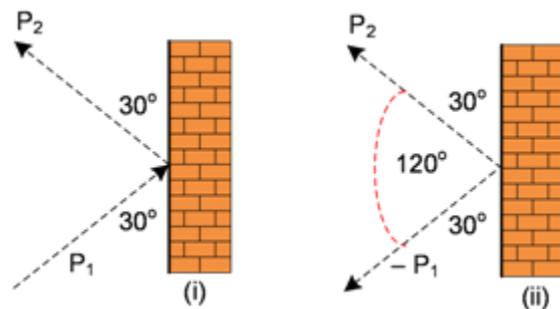
$$I = \sqrt{P_1^2 + P_2^2 - 2P_1P_2 \cos 60^\circ}$$

$$I = \sqrt{2,5^2 + 2,5^2 - 2 \cdot 2,5 \cdot 2,5 \cdot \frac{1}{2}}$$

$$I = \sqrt{2,5^2 + 2,5^2 - 2,5^2}$$

$$I = 2,5 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Cara Kedua, menggunakan rumus jumlah vektor.



$P_2 - P_1$ tidak lain adalah $P_2 + (-P_1)$. Jadi bisa dipandang sebagai operasi penjumlahan. Balik tanda panah pada P_1 untuk memperoleh vektor $-P_1$ seperti pada gambar (ii). Terlihat bahwa sudut antara P_2 dengan $-P_1$ adalah 120° .

Masukkan ke rumus jumlah dua vektor, untuk P_1 dibawah tanda akar, masukkan 2,5 tanpa tanda negatif, karena yang diperlukan di situ adalah besarnya P_1 saja.



$$\begin{aligned}
 I &= P_2 - P_1 \\
 I &= P_2 + (-P_1) \\
 I &= \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + 2P_1P_2 \cos \theta} \\
 I &= \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + 2P_1P_2 \cos 120^\circ} \\
 I &= \sqrt{2,5^2 + 2,5^2 + 2 \cdot 2,5 \cdot 2,5 \cdot \left(-\frac{1}{2}\right)} \\
 I &= \sqrt{2,5^2 + 2,5^2 - 2,5^2} \\
 I &= 2,5 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}
 \end{aligned}$$

Perhatikan perbedaannya, cara pertama menggunakan sudut 60° sedangkan cara kedua menggunakan sudut 120° , hasilnya sama.

Pembahasan Soal Nomor 13

Data:

$$m = 0,5 \text{ kg}$$

$$h = 80 \text{ m}$$

$I = \dots$

Cara Pertama, model notasi skalar:

Misalkan

ke bawah diberi tanda (-), ke atas (+)

Kecepatan bola saat mengenai tanah, arah ke bawah:

$$v_1 = \sqrt{(2gh)} = \sqrt{(2 \cdot 10 \cdot 80)} = -40 \text{ m/s}$$

Kecepatan bola memantul, arah ke atas

$$v_2 = +10 \text{ m/s}$$

$$I = m(v_2 - v_1)$$

$$I = 0,5 [10 - (-40)] = 0,5(50) = 25 \text{ N.s}$$

Artinya impulsnya sebesar 25 N.s searah pantulan.

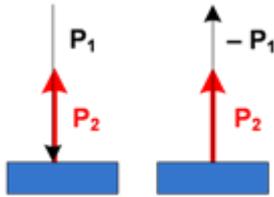
Cara Kedua, model notasi vektor:

$$v_1 = 40 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 10 \text{ m/s}$$

$$P_1 = mv_1 = 0,5(40) = 20 \text{ kg m/s}$$

$$P_2 = mv_2 = 0,5(10) = 5 \text{ kg m/s}$$



$$I = P_2 - P_1$$

$$I = P_2 + (-P_1)$$

Vektor P_2 ke atas, vektor $-P_1$ jg ke atas, tinggal ditambah saja.

$$I = 20 + 5 = 25 \text{ N.s}$$

(Sumber : <http://fisikastudycenter.com/fisika-xi-sma/31-momentum-dan-tumbukan>).

B. Kegiatan Pembelajaran 2: Gerak Melingkar

Kunci Jawaban

Pembahasan Soal No. 1

$$360^\circ = 2\pi \text{ radian}$$

a) 90°

$$90^\circ = 90^\circ \times \frac{2\pi \text{ radian}}{360^\circ} = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

b) 270°

$$270^\circ = 270^\circ \times \frac{2\pi \text{ radian}}{360^\circ} = \frac{3\pi}{2} \text{ rad}$$

Pembahasan Soal No. 2

1 rpm = 1 putaran per menit

1 putaran adalah 2π radian atau

1 putaran adalah 360°

1 menit adalah 60 sekon

a) 120 rpm

$$120 \text{ rpm} = 120 \times \frac{1 \text{ putaran}}{1 \text{ menit}} = 120 \times \frac{2\pi \text{ rad}}{60 \text{ s}} = 4\pi \text{ rad/s}$$

b) 60 rpm

$$60 \text{ rpm} = 60 \times \frac{1 \text{ putaran}}{1 \text{ menit}} = 60 \times \frac{2\pi \text{ rad}}{60 \text{ s}} = 2\pi \text{ rad/s}$$



Pembahasan Soal No. 3

$$\omega = 2\pi f$$

$$50\pi = 2\pi f$$

$$f = 25 \text{ Hz}$$

Pembahasan Soal No. 4

$$V = \omega r$$

$$V = (12)(2) = 24 \text{ m/s}$$

Pembahasan Soal No. 5

Data :

$$\omega = 120 \text{ rpm} = 4\pi \text{ rad/s}$$

$$r = 2 \text{ meter}$$

$$m = 1 \text{ kg}$$

$$a_{sp} = \dots?$$

$$a_{sp} = v^2/r = \omega^2 r$$

$$a_{sp} = (4\pi)^2 (2) = 32\pi^2 \text{ m/s}^2$$

Pembahasan Soal No. 6

Data :

$$m = 1 \text{ kg}$$

$$r = 2 \text{ meter}$$

$$V = 3 \text{ m/s}$$

$$F_{sp} = \dots?$$

$$F_{sp} = m (v^2/r)$$

$$F_{sp} = (1)(3^2/2) = 4,5 \text{ N}$$

Pembahasan Soal No. 7

Data :

$$r_1 = 20 \text{ cm}$$

$$r_2 = 10 \text{ cm}$$

$$\omega_1 = 50 \text{ rad/s}$$

$$\omega_2 = \dots?$$

Dua roda dengan hubungan seperti soal diatas akan memiliki kecepatan (v) yang sama :



$$\begin{aligned}v_1 &= v_2 \\ \omega_1 r_1 &= \omega_2 r_2 \\ (50)(20) &= \omega_2(10) \\ \omega_2 &= 100 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

Pembahasan Soal No. 8

Kecepatan sudut untuk hubungan dua roda seperti soal adalah sama:

$$\begin{aligned}\frac{\omega_1}{v_1} &= \frac{\omega_2}{v_2} \\ \frac{r_1}{20} &= \frac{r_2}{v_2} \\ \frac{20}{20} &= \frac{10}{v_2} \\ v_2 &= 10 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Pembahasan Soal No. 9

$$\begin{aligned}\omega_1 &= \omega_2 = 100 \text{ rad/s} \\ v_1 &= v_3 \\ \omega_1 r_1 &= \omega_3 r_3 \\ (100)(20) &= \omega_3(5) \\ \omega_3 &= 400 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

Pembahasan Soal No. 10

Soal di atas tentang Gerak Melingkar Beraturan. Untuk mencari sudut tempuh gunakan rumus :

$$\theta = \omega t$$

$$\theta = (4)(5) = 20 \text{ radian.}$$

(sumber : <http://fisikastudycenter.com/fisika-x-sma/3-gerak-melingkar>)

C. Kegiatan Pembelajaran 3: Gerak Rotasi

Kunci Jawaban

1. Penyelesaian:

Diketahui: $m = 10 \text{ kg}$; $r = 20 \text{ cm}$; $v = 5 \text{ m/s}$; $\omega = 6 \text{ rad/s}$

Ditanya:

$$E_k = \dots ?$$

Jawab:

$$I = 2/5 m \cdot r^2 = 2/5 (10)(0,2)^2 = 0,16 \text{ kgm}^2$$

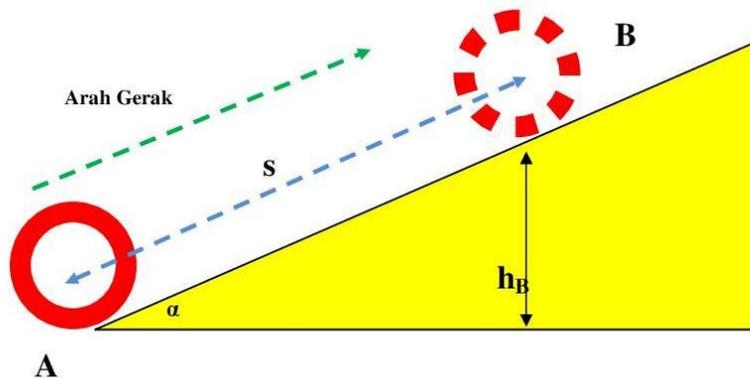
$$E_k = E_{kR} = E_{kT} = \frac{1}{2} I \cdot \omega^2 + \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} (10)(5)^2 + \frac{1}{2}(0,16)(6)^2 = (125 + 2,88) \text{ J} = 127,88 \text{ J}$$

<http://sainsmini.blogspot.co.id/2015/12/materi-energi-dan-usaha-gerak-rotasi.html>



2. Apabila gambarnya diilustrasikan seperti berikut.



Perhatikan gambar di atas!

Silinder berongga bergerak dari titik A menuju titik B. Ketika silinder bergerak, energi mekanik di titik A memiliki nilai yang sama dengan energi mekanik di titik B. Hal yang membedakan kedua titik tersebut yaitu terjadi perbedaan nilai energi potensial maupun energi kinetik di setiap titiknya. Apabila dihubungkan dengan hukum Kekekalan Energi Mekanik diperoleh nilai ketinggian h_B seperti berikut.

$$EM_A = EM_B$$

$$Ep_A + Ek_A = Ep_B + Ek_B$$

Silinder berongga bergerak berpindah tempat dan mengalami gerak rotasi sehingga silinder berongga memiliki energi kinetik translasi dan energi kinetik rotasi.

$$Ep_A + Ek_A(\text{translasi}) + Ek_A(\text{rotasi}) = Ep_B + Ek_B(\text{translasi}) + Ek_B(\text{rotasi})$$

$$mgh_A + \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2}I\omega_A^2 = mgh_B + \frac{1}{2}mv_B^2 + \frac{1}{2}I\omega_B^2$$

$$mgh_A + \frac{1}{2}mv_A^2 + \frac{1}{2}mR^2\omega_A^2 = mgh_B + \frac{1}{2}mv_B^2 + \frac{1}{2}mR^2\omega_B^2$$

$$gh_A + \frac{1}{2}v_A^2 + \frac{1}{2}R^2\omega_A^2 = gh_B + \frac{1}{2}v_B^2 + \frac{1}{2}R^2\omega_B^2$$

$$gh_A + \frac{1}{2}v_A^2 + \frac{1}{2}R^2\left(\frac{v_A}{R}\right)^2 = gh_B + \frac{1}{2}v_B^2 + \frac{1}{2}R^2\left(\frac{v_B}{R}\right)^2$$

$$g(0) + v_A^2 = gh_B + v_B^2$$

$$gh_B = v_A^2 - v_B^2$$

$$h_B = \frac{v_A^2 - v_B^2}{g}$$

$$h_B = \frac{10^2 - 5^2}{10} = \frac{75}{10} = 7,5 \text{ meter}$$

Jarak yang ditempuh silinder berongga dapat diselesaikan dengan aturan sinus

$$\sin \alpha = \frac{h_B}{s}$$

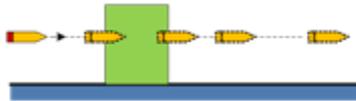
$$s = \frac{h_B}{\sin \alpha} = \frac{7,5 \text{ meter}}{0,6} = 12,5 \text{ meter}$$



EVALUASI

Setelah mempelajari modul, silahkan Anda mencoba untuk mengerjakan evaluasi berikut ini.

1. Sebuah balok 2 kg yang diam di atas lantai di tembak dengan sebutir peluru bermassa 100 gram dengan kecepatan 100 m/s.



Jika peluru menembus balok dan kecepatannya berubah menjadi 50 m/s, maka kecepatan gerak balok adalah

- A. 2,0 m/det
 - B. 2,5 m/det
 - C. 3,0 m/det
 - D. 3,5 m/det
2. Peluru bermassa 100 gram dengan kelajuan 200 m/s menumbuk balok bermassa 1900 gram yang diam dan bersarang di dalamnya.



Kelajuan balok dan peluru di dalamnya adalah

- A. 10 m/det
- B. 15 m/det
- C. 20 m/det
- D. 25 m/det



3. Bola pertama bergerak ke arah kanan dengan kelajuan 20 m/s mengejar bola kedua yang bergerak dengan kelajuan 10 m/s ke kanan sehingga terjadi tumbukan lenting sempurna.



Jika massa kedua bola adalah sama, masing-masing sebesar 1 kg, berapa kecepatan masing-masing bola setelah tumbukan?

- A. 2,5 m/det
B. 5,5 m/det
C. 10 m/det
D. 20 m/det
4. Bola merah bermassa 1 kg bergerak ke kanan dengan kelajuan 20 m/s menumbuk bola hijau bermassa 1 kg yang diam di atas lantai.



Tentukan kecepatan masing-masing bola setelah tumbukan jika terjadi tumbukan tidak lenting (sama sekali)!

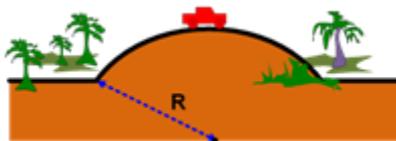
- A. 2,5 m/det
B. 5,5 m/det
C. 7,5 m/det
D. 10 m/det

5. Bola hitam dan bola hijau saling mendekat dan bertumbukan seperti diperlihatkan gambar di bawah!



Jika koefisien restituti tumbukan adalah 0,5 dan massa masing-masing bola adalah sama sebesar 1 kg, maka kelajuan kedua bola setelah tumbukan adalah

- A. -2,5 m/det
B. -5,5 m/det
C. -7,5 m/det
D. -10 m/det
6. Sebuah benda bergerak melingkar dengan percepatan sudut 2 rad/s^2 . Jika mula-mula benda diam, maka kecepatan sudut benda setelah 5 detik adalah
- A. 10 rad/det
B. 15 rad/det
C. 20 rad/det
D. 25 rad/det
7. Sebuah mobil dengan massa 2 ton bergerak dengan kecepatan 20 m/s menempuh lintasan dengan jari-jari 100 m.

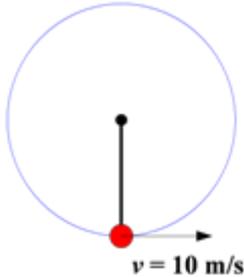


Jika kecepatan gerak mobil 20 m/s, maka gaya Normal yang dialami badan mobil saat berada di puncak lintasan adalah

- A. 800 Newton
B. 1000 Newton
C. 1200 Newton
D. 1400 Newton

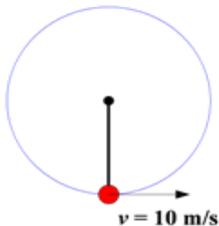


8. Sebuah benda bergerak melingkar dengan jari-jari lintasan 50 cm seperti gambar berikut.



Jika massa benda 200 gram dan percepatan gravitasi 10 m/s^2 , maka besar tegangan tali ketika benda berada di titik titik tertinggi adalah

- A. 28 Newton
 - B. 32 Newton
 - C. 35 Newton
 - D. 38 Newton
9. Sebuah benda bergerak melingkar dengan jari-jari lintasan 50 cm seperti gambar berikut.

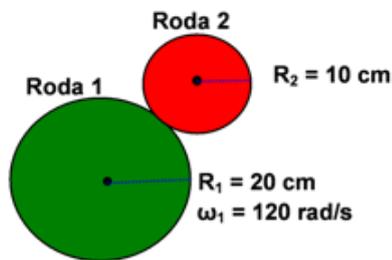


Jika massa benda 200 gram dan percepatan gravitasi 10 m/s^2 , maka tegangan tali saat benda berada pada titik terendah adalah

- A. 45 Newton
- B. 42 Newton
- C. 40 Newton
- D. 38 Newton



10. Perhatikan gambar berikut.

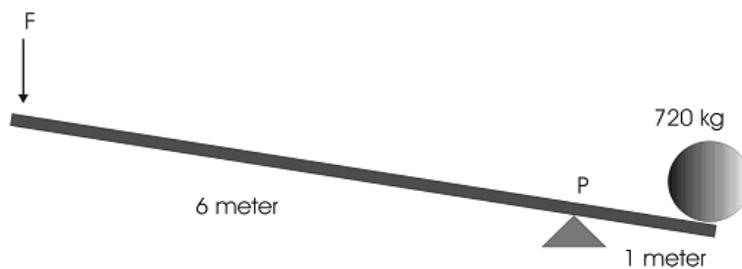


Kecepatan sudut roda kedua adalah

- A. 145 rad/det
B. 200 rad/det
C. 240 rad/det
D. 300 rad/det
11. Sebuah bola pejal dengan massa 10 kg dan jari-jari 20 cm berada pada bidang datar licin. Bola menggelinding dengan kelajuan linier 5 m/s dan kecepatan sudut 6 rad/s. Energi kinetik bola adalah
- A. 120,77 J
B. 127,88 J
C. 244,33 J
D. 302,24 J
12. Sebuah benda berbentuk silinder berongga ($I=mR^2$) bergerak menggelinding tanpa tergelincir mendaki bidang miring kasar dengan kecepatan awal 10 m/s. Bidang miring itu mempunyai sudut elevasi θ dengan $\tan \theta = 0,75$. Jika percepatan gravitasi ($g = 10 \text{ ms}^{-2}$) dan kecepatan benda berkurang menjadi 5 m/s, maka jarak pada bidang miring yang ditempuh benda tersebut adalah
- A. 2,5 m
B. 7,5 m
C. 10 m
D. 12,5 m



13. Sebuah pompa air digunakan untuk menaikkan air dari bawah sumur dengan kedalaman 80 meter. Mesin berkemampuan mengalirkan air 150 Liter/menit. Jika efisiensi mesin 80%, maka daya listrik yang diperlukan adalah
- A. 2450 watt
B. 2500 watt
C. 2650 watt
D. 2700 watt
14. Seseorang mengungkit sebuah batu berat 720 N dengan menggunakan batang pengungkit panjang 7 meter, seperti yang ditunjukkan gambar.



- Gaya minimum yang harus dilakukan seseorang untuk menaikkan batu adalah
- A. 100 N
B. 120 N
C. 250 N
D. 300 N
15. Diketahui panjang papan bidang miring 4 m dalam keadaan licin, tinggi ujung atas papan dari tanah 100 cm, dan papan bidang miring itu digunakan untuk mendorong balok sampai tingginya 100 cm. Berapa gaya untuk mendorong balok ke atas, jika berat balok 2500 N?
- A. 540 N
B. 600 N
C. 625 N
D. 650 N



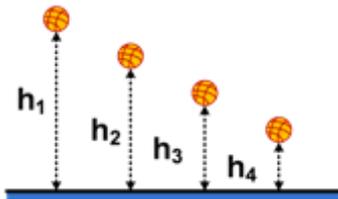
16. Sebuah peti berisi rongsoan besi berada di atas triplek tebal dalam keadaan diam. Peti tersebut memiliki berat 1500 N, panjang triplek tebal 3 m, dan ujung triplek atas dari lantai yang datar 50 cm. Berapa gaya gesekan dari triplek tebal yang menyebabkan peti diam di atas triplek tebal?
- A. 965 N
B. 1235 N
C. 1479 N
D. 1568 N
17. Sebuah balok yang beratnya 2500 N terletak pada papan bidang miring yang panjangnya 4 m dalam keadaan licin. Jika tinggi ujung atas papan dari tanah 100 cm, dan balok didorong ke atas mendapat gaya gesekan dari papan sebesar 50 N, maka gaya yang harus diberikan untuk mendorong balok ke atas adalah
- A. 675 N
B. 725 N
C. 800 N
D. 968 N
18. Sebuah titik pada tepi silinder bergerak melingkar dengan kelajuan konstan 10 m/s. Jari-jari silinder = 1 meter. Berapakah percepatan sentripetal titik yang berjarak 1 meter dari poros?
- A. 75 m/s²
B. 100 m/s²
C. 200 m/s²
D. 250 m/s²



19. Seorang nelayan bermassa 50 kg naik di atas sebuah sampan bermassa 100 kg yang bergerak dengan kecepatan 20 m/s. Jika nelayan tersebut lompat dengan kecepatan 2 m/s dari sampan dengan arah yang sama dengan arah gerak sampan, maka kecepatan perahu sesaat nelayan tersebut melompat adalah

- A. 29 m/s
- B. 35 m/s
- C. 39 m/s
- D. 45 m/s

20. Bola karet dijatuhkan dari ketinggian 1 meter seperti gambar berikut !



Jika bola memantul kembali ke atas dengan ketinggian 0,6 meter, maka tinggi pantulan bola berikutnya adalah

- A. 0,30 m
- B. 0,32 m
- C. 0,34 m
- D. 0,36 m

PENUTUP

Dengan telah ditulisnya modul kelompok kompetensi 3 bagian Profesional dengan topik Momentum, Impuls, Gerak Melingkar, Gerak rotasi, dan Pesawat Sederhana ini, mudah-mudahan dapat membantu Anda, khususnya guru-guru fisika SMA dalam meningkatkan pemahaman terhadap konsep-konsep materi subyek.

Rasanya materi dalam modul ini tidaklah terlalu sulit untuk dipahami, dipelajari, dan juga mungkin tidak terlalu asing bagi Anda. Namun untuk kesempurnaan pemahaman lebih lanjut, tentunya pula Anda lebih mengetahuinya dalam hal cara mencari sumber aslinya.

Sebagai saran penulis, setelah mempelajari dan berlatih dari soal-soal yang telah disajikan, untuk penguasaan lebih dalam mohon dikembangkan dalam bentuk latihan atau menyusun instrumen penilaian 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, membangun untuk perbaikan lebih lanjut, penulis mengharapkannya, sekian dan terima kasih, semoga sukses, dan mendapat ridhoNya.



DAFTAR PUSTAKA

- American Association for the Advancement of Science (1970) "*Science A Process Approach*"
USA : AAAS / Xerox Corporation.
- Beiser,A.1995. *Applied Physics*, New York : Mc Graw Hill, Inc.
- Bernie, T and Charles, F (2009).*21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. John Wiley & Sons.
- Binkley, Marilyn et al. (2012). *Defining Twenty-First Century Skills*. Dalam Griffin, P., Care, E., & McGaw, B (eds), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (pp.17-66). London: Springer.
- Dawson, Chris (chris. J). 2006. *Beginning Science teaching*. Longman Cheshire. National Library of Australia.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Materi Pembelajaran SMA*. Jakarta: Direktorat
- Challoner, Jack. (1999). *Jendela Iptek*, Jilid 5, Energi. Jakarta : Balai Pustaka.
- Giancoli,Douglas C. 1991, *Physics, Principles with pplications* ,Prentice-Hall International, Inc, Third Edition.
- Gagne, R.M. (1985). *The Condition of Learning and Theory of Instruction. 4th edition*. CBS College Publishing.
- Gott, Foulds and Johnson. 2001. *Science Investigations*. Collins Educational: London
- Halliday dan Resnick.1991. *Fisika Jilid I (terjemahan)*. Jakarta : Penerbit Erlangga. Pembinaan SMA.
- Helmenstine, A.M. , Ph.D *Scientific Method Steps*.
<http://chemistry.about.com/od/sciencefairprojects/a/Scientific-Method-Steps.htm>. _____ last update Februari 2013
- <http://fisika.id/soal-dan-pembahasan-un-fisika-sma-tahun-2014-gerak-rotasi>
- <http://fisikazone.com/gerak-rotasi/>
- <http://fisikazone.com/momen-inersia-dan-tenaga-kinetik-rotasi/>
- <http://fisikastudycenter.com/fisika-x-sma/3-gerak-melingkar>



<http://salsabillaruseva.blogspot.co.id/2013/09/gerak-rotasi-dan-revolusi-bumi-serta.html>

<http://www.sirinet.net/sixsimple.html>)

Isaacs, Alan. 1999. Kamus Lengkap Fisika, Penerbit Erlangga, Jakarta.

Mc Colum (2009) *A scientific approach to teaching*.

[http://kamccollum.wordpress.com/2009/08/01/a-scientific-approach-to-teaching/last update Januari 2013](http://kamccollum.wordpress.com/2009/08/01/a-scientific-approach-to-teaching/last-update-Januari-2013)

National Research Council, (1996). *National Science Education Standards*. USA: The National Academy of Sciences.

Poppy. K.D. (2010). *Keterampilan Proses pada Pembelajaran IPA*. Modul Program BERMUTU. Bandung: P4TK IPA

Rustaman, N., et al. (2004). *Strategi Belajar Mengajar*. Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI Bandung : IMSTEP JICA.

Rutherford dan Ahlgren. (1990). *Science for All Americans*. New York: Oxford University Press.

Serway, RA. 1986. *Physics for Scientist and Engineers with Modern Physics*, New York : Saunders College Publishing

Stiggins, Richard J., 1994. *Student-Centered Classroom Assessment*, New York: Merrue an Imprint of Macmillan College Publishing Co.

Sudarwan. (2013). *Pendekatan-pendekatan Ilmiah dalam Pembelajaran*. Pusbangprodik

Suharto. 2015. Modul Pelatihan Implementasi Kurikulum 2013. Mata Pelajaran Fisika. Pusbangprodik

Suharto. 2015. *Modul Pelatihan Implementasi Kurikulum 2013*. Mata Pelajaran Fisika tahun 2015. Pusbangprodik, Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Tipler, P.A., 1998, *Fisika untuk Sains dan Teknik-Jilid 1 (terjemahan)*, Jakarta : Penerbit Erlangga.

Wilkins, Robert A, 1990, *Model Lessons Bridging the gap between models of teaching and classroom application*, Curtin University of Technology.

GLOSARIUM

1. **Gerak rotasi** (melingkar) adalah gerakan pada bidang datar yang lintasannya berupa lingkaran.
2. **Momen inersia** (kelembaman) suatu benda adalah ukuran kelembaman suatu benda untuk berputar terhadap porosnya. Nilai momen inersia suatu benda bergantung kepada bentuk benda dan letak sumbu putar benda tersebut.
3. **Kopel** adalah pasangan dua gaya sama besar dan berlawanan arah yang garis-garis kerjanya sejajar tetapi tidak berimpit.
4. **Rotasi bumi** adalah peredaran bumi mengelilingi sumbunya atau porosnya dari arah barat ke timur. Lamanya rotasi bumi disebut kala rotasi yaitu selama 23 jam 56 menit 4 detik (disebut satu hari).
5. **Gerak semu harian bintang** terjadi akibat rotasi bumi maka kita yang ada di bumi melihat seolah olah mataharilah yang bergerak berputar dari timur ke barat mengelilingi bumi. Padahal yang terjadi sebenarnya adalah matahari tidak bergerak, tetapi bumilah bergerak berputar mengelilingi matahari dari barat ke timur.
6. **Pengungkit:** pesawat sederhana yang cukup efisien. Pengungkit merupakan batang pejal yang diletakkan pada suatu titik tumpu rotasi, "*fulcrum*".
7. **Puli:** sebuah roda dengan lubang poros berada di tengah hingga dapat berputar dengan bebas. Pada sisi-sisi lingkaran puli biasanya terdapat lekukan untuk tempat tali. Pada prinsipnya, puli bekerja sebagai



- pengungkit, tetapi efisiensinya rendah karena adanya gesekan antara poros dan lubang poros puli.
8. **Baud dan dongkrak sekrup:** bidang miring melingkar mengelilingi batang bentuk silinder.
 9. **Keuntungan mekanik:** *keuntungan mekanik sebenarnya , actual mechanical advantage (A.M.A)*
 10. **Kecukupan** adalah sesuatu yang proporsional
 11. **Konsistensi** adalah keajegan, suatu prinsip yang digunakan dalam menentukan materi aja agar tetap berada pada posisi yang sama
 12. **Relevansi** adalah keterkaitan, suatu prinsip pengembangan materi ajar yang harus bersifat multidimension





**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



**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