

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN



Kelompok
Kompetensi

MATA PELAJARAN ILMU PENGETAHUAN ALAM (IPA)

Sekolah Menengah Pertama (SMP)

TERINTEGRASI PENGUATAN
PENDIDIKAN KARAKTER
DAN PENGEMBANGAN SOAL



Edisi
Revisi
2017

PEDAGOGIK

Model-model Pembelajaran IPA
dan Implementasinya

PROFESIONAL

Gaya dan Gerak, Serta
Pemisahan Campuran



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017

**MODUL
PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN**

**MATA PELAJARAN
ILMU PENGETAHUAN ALAM (IPA)
SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)
TERINTEGRASI PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER
DAN PENGEMBANGAN SOAL**

KELOMPOK KOMPETENSI D

PEDAGOGIK:

MODEL-MODEL PEMBELAJARAN IPA DAN IMPLEMENTASINYA

Penulis:

Noerida, S.Si., M.Pd. (noerida67@yahoo.co.id)
Shrie Laksmi Saraswati, Dra., M.Pd.(laksmi.sedec@gmail.com)

Penelaah:

Iyon Suyana, Drs., M.Pd.
Mimin Nurjhani K., Dr., M.Pd.
Shrie Laksmi Saraswati, Dra., M.Pd.
Wahyu Sopandi, Dr., M.Si.

PROFESIONAL:

GAYA DAN GERAK, SERTA PEMISAHAN CAMPURAN

Penulis:

Arief Husein Maulani, M.Si. (maula02@yahoo.com)
Dadan Muslih, Drs., M.T. (teratai_putih@ymail.com)
Dewi Vestari, M.Pd. (dewivestari@gmail.com)
Mohammad Syarif, Drs., M.Si. (syarifp4tkipa@gmail.com)
Muhamad Yani, Dr., M.Sc.Ed.(yani.edu@gmail.com)
Rella Turella, Dra., M.Pd. (rellaturela@yahoo.com)
Sumarni Setiasih, S.Si., M.Pkim. (nip4tkipa@gmail.com)
Yanni Puspitaningsih, M.Si. (iko_yanni@yahoo.com)
Zaenal Arifin, M.Si. (zaenal.p4tkipa@gmail.com)

Penelaah:

Iyon Suyana, Drs., M.Pd.
Mimin Nurjhani K., Dr., M.Pd.
Shrie Laksmi Saraswati, Dra., M.Pd.
Wahyu Sopandi, Dr., M.Si.

Penyunting:

Abdul Kodir, M.Pd.

Desain Grafis dan Ilustrasi

Tim Desain Grafis

Copyright © 2017

Direktorat Pembinaan Guru Pendidikan Dasar
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

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

Kata Sambutan

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 dan berkarakter prima. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui Program Pengembangan Keprofesional Berkelanjutan merupakan upaya Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan dalam upaya peningkatan kompetensi guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui Uji Kompetensi Guru (UKG) untuk kompetensi pedagogik dan profesional pada akhir tahun 2015. Peta profil hasil UKG menunjukkan kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan pedagogik dan profesional. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG pada tahun 2016 dan akan dilanjutkan pada tahun 2017 ini dengan Program Pengembangan Keprofesional Berkelanjutan bagi Guru. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Pengembangan Keprofesional Berkelanjutan bagi Guru dilaksanakan melalui tiga moda, yaitu: 1) Moda Tatap Muka, 2) Moda Daring Murni (*online*), dan 3) Moda Daring Kombinasi (kombinasi antara tatap muka dengan daring).

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan 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 Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru moda tatap muka dan moda daring untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan ini untuk mewujudkan Guru Mulia Karena Karya.

Jakarta, April 2017

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 Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru jenjang Sekolah Menengah Pertama mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), Ilmu Pengetahuan Sosial (IPS), Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan (PPKn), Matematika, Bahasa Indonesia, Bahasa Inggris, Seni Budaya, serta Pendidikan Jasmani, Olahraga, dan Kesehatan. Modul ini merupakan dokumen wajib untuk Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan.

Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru merupakan tindak lanjut dari hasil Uji Kompetensi Guru (UKG) 2015 dan bertujuan meningkatkan kompetensi guru dalam melaksanakan tugasnya sesuai dengan mata pelajaran yang diampunya.

Sebagai salah satu upaya untuk mendukung keberhasilan suatu program diklat, Direktorat Pembinaan Guru Pendidikan Dasar pada tahun 2017 melaksanakan review, revisi, dan mengembangkan modul paska UKG 2015 yang telah terintegrasi Penguatan Pendidikan Karakter (PPK) dan Penilaian Berbasis Kelas, serta berisi materi pedagogik dan profesional yang akan dipelajari oleh peserta selama mengikuti Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan.

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru jenjang Sekolah Menengah Pertama ini diharapkan dapat menjadi bahan bacaan wajib bagi para peserta diklat untuk dapat meningkatkan pemahaman tentang kompetensi pedagogik dan profesional terkait dengan tugas pokok dan fungsinya.



Terima kasih dan penghargaan yang tinggi disampaikan kepada para pimpinan PPPPTK IPA, PPPPTK PKn/IPS, PPPPTK Bahasa, PPPPTK Matematika, PPPPTK Penjas-BK, dan PPPPTK Seni Budaya yang telah mengizinkan stafnya dalam menyelesaikan modul Pendidikan Dasar jenjang Sekolah Menengah Pertama ini. Tidak lupa saya juga sampaikan terima kasih kepada para widyaiswara, Pengembang Teknologi Pembelajaran (PTP), dosen perguruan tinggi, dan guru-guru hebat yang terlibat di dalam penyusunan modul ini.

Semoga Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan ini dapat meningkatkan kompetensi guru sehingga mampu meningkatkan prestasi pendidikan anak didik kita.

Jakarta, April 2017

Direktur Pembinaan Guru
Pendidikan Dasar



Poppy Dewi Puspitawati

NIP. 196305211988032001



MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN



PEDAGOGIK

Model-model Pembelajaran
IPA dan Implementasinya



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017

**MODUL
PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN**

**MATA PELAJARAN
ILMU PENGETAHUAN ALAM (IPA)
SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)
TERINTEGRASI PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER**

KELOMPOK KOMPETENSI D

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

Penulis:

Noerida, S.Si., M.Pd. (noerida67@yahoo.co.id)
Shrie Laksmi Saraswati, Dra., M.Pd.(laksmi.sedec@gmail.com)

Penelaah:

Iyon Suyana, Drs., M.Pd.
Mimin Nurjhani K., Dr., M.Pd.
Shrie Laksmi Saraswati, Dra., M.Pd.
Wahyu Sopandi, Dr., M.Si.

Penyunting:

Abdul Kodir, M.Pd.

Desain Grafis dan Ilustrasi:

Tim Desain Grafis

Copyright © 2017

Direktorat Pembinaan Guru Pendidikan Dasar
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

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

Daftar Isi

	Hal.
Kata Sambutan	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	ix
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel.....	x
Pendahuluan.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan.....	2
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup.....	3
E. Cara Penggunaan Modul.....	4
Kegiatan Pembelajaran Model-model Pembelajaran IPA dan Implementasinya	9
A. Tujuan.....	10
B. Kompetensi dan Indikator Pencapaian Kompetensi	10
C. Uraian Materi	10
D. Aktivitas Pembelajaran	50
E. Latihan / Kasus /Tugas	56
F. Rangkuman	59
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	62
H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus.....	62
Evaluasi.....	63
Penutup	71
Daftar Pustaka	73
Glosarium.....	75



Daftar Gambar

	Hal.
Gambar 1. Alur Strategi Pelaksanaan Pembelajaran Tatap Muka	4
Gambar 2. Alur Pembelajaran Tatap Muka Penuh	5
Gambar 3. Alur Pembelajaran Tatap Muka Kombinasi (in-on-in)	7
Gambar 4. Sintaks <i>Discovery Learning</i>	14
Gambar 5. Sintaks Model Pembelajaran Berbasis Masalah	23
Gambar 6. Langkah-langkah pelaksanaan Pembelajaran Berbasis Proyek	32
Gambar 7. Efek Model Latihan Inkuiri	45

Daftar Tabel

	Hal.
Tabel 1. Kompetensi Inti dan Kompetensi Guru Mata Pelajaran	2
Tabel 2. Daftar Lembar Kerja Modul KK D untuk Tatap Muka Kombinasi	8



Pendahuluan

A. Latar Belakang

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

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan yang berjudul “Model-model Pembelajaran IPA dan Implementasinya” merupakan modul untuk kompetensi pedagogi guru pada Kelompok Kompetensi D (KK D). Materi pada modul dikembangkan berdasarkan kompetensi profesional guru pada Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007.

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



Pendahuluan

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

B. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini, Anda diharapkan dapat meningkatkan keterampilan menggunakan model-model pembelajaran dalam pembelajaran IPA.

C. Peta Kompetensi

Kompetensi inti dan kompetensi guru mata pelajaran yang diharapkan setelah Anda mempelajari modul ini tercantum pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kompetensi Inti dan Kompetensi Guru Mata Pelajaran

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



D. Ruang Lingkup

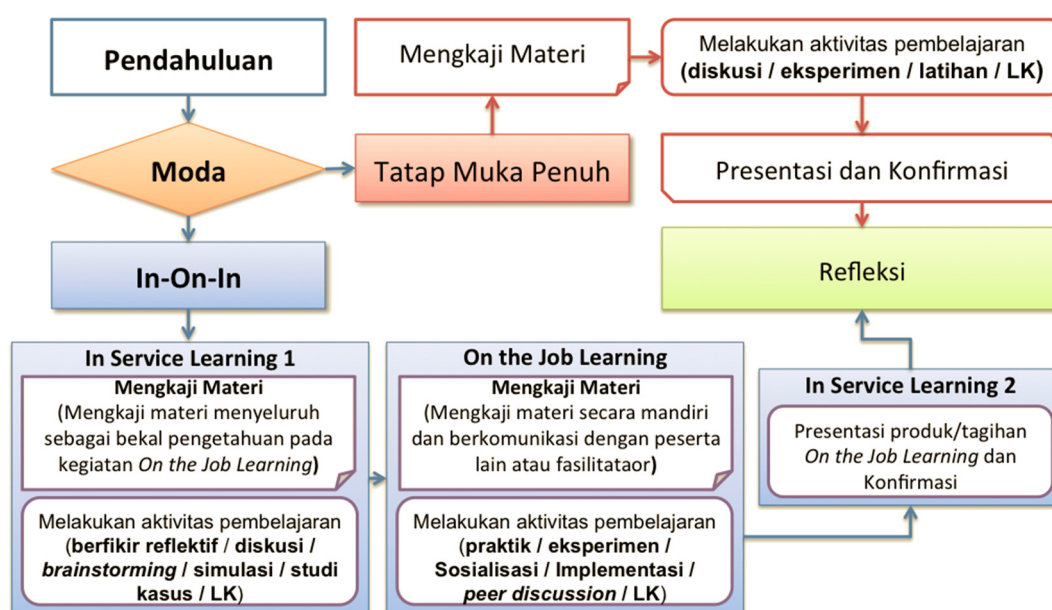
Ruang lingkup materi pada Modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi dan Penutup. Bagian pendahuluan berisi paparan tentang latar belakang modul kelompok kompetensi D, tujuan belajar, kompetensi guru yang diharapkan setelah pembelajaran, ruang lingkup dan saran penggunaan modul. Bagian kegiatan pembelajaran berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik dan Tindak Lanjut. Bagian akhir terdiri dari Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi dan Penutup.

Adapun rincian materi pada modul ini adalah sebagai berikut.

1. Model Pembelajaran Penemuan (*Discovery Learning*)
2. Model Pembelajaran Berbasis Masalah (*Problem Based Learning*)
3. Model Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning*)
4. Model Latihan Inkuiri (*Inquiry Training Model*)

E. Cara Penggunaan Modul

Secara umum, cara penggunaan modul pada setiap aktivitas disesuaikan dengan skenario setiap penyajian mata diklat. Modul ini dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran oleh guru, baik untuk moda tatap muka penuh, maupun moda tatap muka kombinasi (*in-on-in*). Langkah-langkah belajar secara umum adalah sebagai berikut.

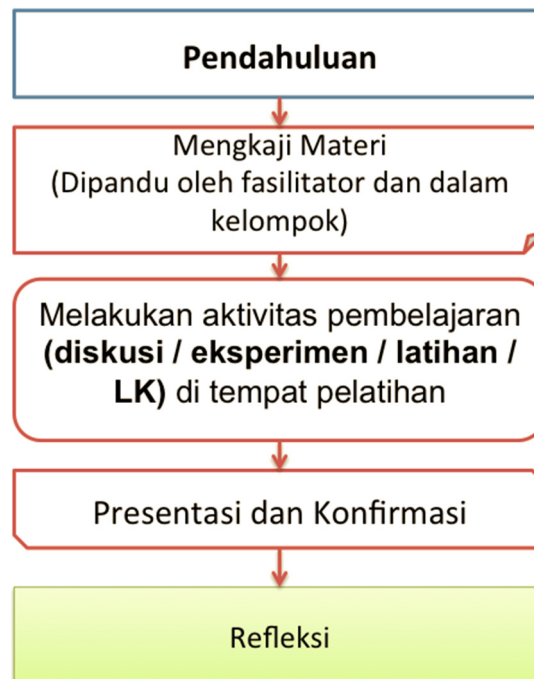


Gambar 1. Alur Strategi Pelaksanaan Pembelajaran Tatap Muka

Berdasarkan gambar di atas, terdapat dua alur pelaksanaan kegiatan diklat, yaitu diklat tatap muka penuh dan kombinasi *in-on-in*. Deskripsi kedua jenis diklat tersebut terdapat pada penjelasan berikut ini.

1. Kegiatan Diklat Tatap Muka Penuh

Kegiatan diklat tatap muka penuh dilaksanakan secara terstruktur pada waktu tertentu yang dipandu oleh fasilitator. Tatap muka penuh dilaksanakan menggunakan alur pembelajaran yang dapat dilihat pada alur berikut ini.



Gambar 2. Alur Pembelajaran Tatap Muka Penuh

a. Pendahuluan

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

- latar belakang yang memuat gambaran materi
- tujuan kegiatan pembelajaran setiap materi
- kompetensi yang akan dicapai melalui modul.
- ruang lingkup materi kegiatan pembelajaran
- langkah-langkah penggunaan modul

b. Mengkaji materi diklat

Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada guru untuk mempelajari materi yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator



Pendahuluan

pencapaian hasil belajar. Guru dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok.

c. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul, baik bagian 1. Diskusi Materi, 2. Praktik, dan 3. Latihan. Peserta perlu secara aktif menggali informasi, mengumpulkan dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan.

d. Presentasi dan Konfirmasi

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

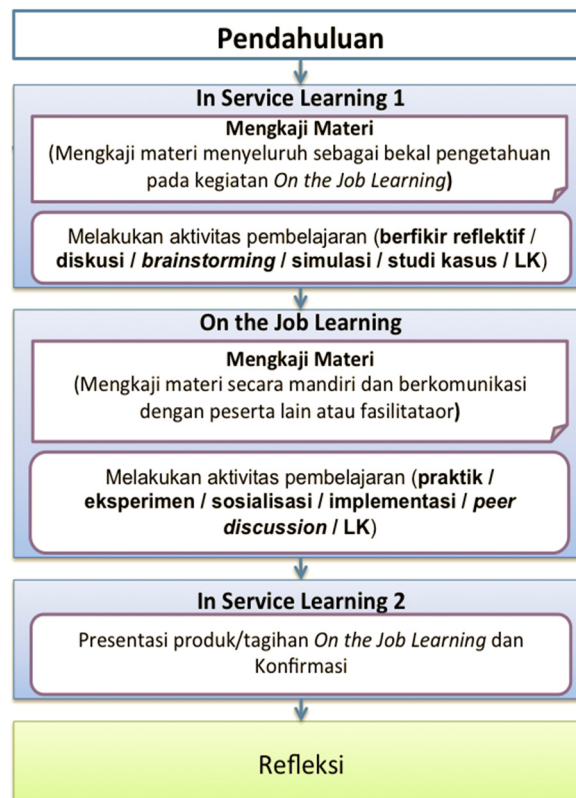
e. Refleksi Kegiatan

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

2. Kegiatan Diklat Tatap Muka Kombinasi

Kegiatan diklat tatap muka kombinasi (*in-on-in*) terdiri atas tiga kegiatan, yaitu tatap muka kesatu (*in-1*), penugasan (*on the job learning*), dan tatap muka kedua (*in-2*). Secara umum, kegiatan pembelajaran diklat tatap muka kombinasi tergambar pada alur pembelajaran Gambar 3.

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



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

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



Pendahuluan

Tabel 2. Daftar Lembar Kerja Modul KK D untuk Tatap Muka Kombinasi

No	Kode Lembar Kerja	Judul Lembar Kerja	Dilaksanakan Pada Tahap
1.	LK.D.01	Mengkaji Materi Model-model Pembelajaran IPA dan Implementasinya	<i>In Service 1</i>
2.	LK.D.02	Analisis Model Pembelajaran	<i>On the job learning</i>
3.	LK.D.03	Perancangan Model <i>Discovery Learning</i>	<i>On the job learning</i>
4.	LK.D.04	Perancangan Model <i>Problem Based Learning</i>	<i>On the job learning</i>
5.	LK.D.05	Perancangan Model <i>Project Based Learning</i>	<i>On the job learning</i>
6.	LK.D.06	Perancangan Model Latihan Inquiri	<i>On the job learning</i>

Kegiatan Pembelajaran

Model-model Pembelajaran IPA dan Implementasinya

Di dalam pembelajaran IPA, peserta didik didorong untuk menemukan sendiri dan mentransformasikan informasi kompleks, mengecek informasi baru dengan yang sudah ada dalam ingatannya, dan melakukan pengembangan menjadi informasi atau kemampuan yang sesuai dengan lingkungan dan zaman tempat dan waktu ia hidup. Kurikulum nasional saat ini menganut pandangan dasar bahwa pengetahuan tidak dapat ditransfer begitu saja dari guru kepada peserta didik. Hal ini karena peserta didik adalah subjek yang memiliki kemampuan untuk secara aktif mencari, mengolah, mengkonstruksi, dan menggunakan pengetahuan. Untuk itu pembelajaran yang difasilitasi guru perlu memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengkonstruksi pengetahuan dalam proses kognitifnya. Salah satu yang berpengaruh dalam proses pembelajaran adalah penentuan model pembelajaran oleh guru. Terdapat banyak model pembelajaran yang dapat dipilih guru untuk membelajarkan topik IPA.

Pada pembelajaran ini akan dibahas beberapa jenis model pembelajaran yang disarankan dalam pelaksanaan pembelajaran sesuai kurikulum nasional. Model-model ini merupakan langkah pembelajaran yang memberikan kesempatan besar kepada siswa untuk belajar aktif, di mana siswa memulai dengan merumuskan masalah. Selanjutnya, siswa menggali informasi secara aktif untuk dapat menemukan penjelasan atas permasalahan dan atau menemukan solusinya. Jika guru mempelajari materi ini dengan sungguh-sungguh, profesional, kreatif dalam melakukan tugas sesuai instruksi pada bagian aktivitas belajar yang tersedia, disiplin dalam mengikuti tahap-tahap belajar serta bertanggung jawab dalam membuat laporan atau hasil kerja maka kompetensi guru diharapkan akan meningkat.

A. Tujuan

Setelah mengikuti pembelajaran ini, peserta diklat diharapkan secara mandiri dapat merancang skenario pembelajaran dengan menggunakan model *Discovery Learning*, *Problem Based Learning*, *Project Based Learning*, dan Latihan Inkuiri.

B. Kompetensi dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator Pencapaian Kompetensi setelah mempelajari modul ini, sebagai berikut.

1. Menjelaskan konsep model-model pembelajaran pada pembelajaran IPA
2. Mendeskripsikan sintaks model-model pembelajaran pada pembelajaran IPA
3. Mengidentifikasi sintaks model-model pembelajaran pada pembelajaran IPA
4. Merancang skenario pembelajaran menggunakan model-model pembelajaran IPA.

C. Uraian Materi

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) berkaitan dengan cara mencari tahu tentang alam secara sistematis, sehingga IPA bukan hanya penguasaan kumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, atau prinsip-prinsip saja tetapi juga merupakan suatu proses penemuan. Pendidikan IPA diharapkan dapat menjadi wahana bagi peserta didik untuk mempelajari diri sendiri dan alam sekitar, serta prospek pengembangan lebih lanjut dalam menerapkannya di dalam kehidupan sehari-hari. Proses pembelajarannya menekankan pada pemberian pengalaman langsung untuk mengembangkan kompetensi agar menjelajahi dan memahami alam sekitar secara ilmiah. Pendidikan IPA diarahkan untuk inkuiri dan berbuat sehingga dapat membantu peserta didik untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang alam sekitar.

Carin (1993) menyatakan bahwa IPA sebagai produk atau isi mencakup fakta, konsep, prinsip, hukum-hukum, dan teori IPA. Jadi pada hakikatnya IPA terdiri dari tiga komponen, yaitu sikap ilmiah, proses ilmiah, dan produk ilmiah. Hal ini berarti bahwa IPA tidak hanya terdiri atas kumpulan pengetahuan atau berbagai macam fakta yang dihapal, IPA juga merupakan kegiatan atau proses aktif

menggunakan pikiran dalam mempelajari gejala-gejala alam yang belum dapat direnungkan. IPA menggunakan apa yang telah diketahui sebagai batu loncatan untuk memahami apa yang belum diketahui. Suatu masalah IPA yang telah dirumuskan dan kemudian berhasil dipecahkan akan memungkinkan IPA untuk berkembang secara dinamis, sehingga kumpulan pengetahuan sebagai produk juga bertambah.

Sementara itu, menurut Trowbridge dan Bybee (1990) IPA merupakan representasi dari suatu hubungan dinamis yang mencakup tiga faktor utama, yaitu: *"the extent body of scientific knowledge, the values of science, and the methods and processes of science"*. Pandangan ini lebih luas jika dibandingkan dengan pengertian IPA yang dikemukakan Hungerford dan Volk (1990), karena Trowbridge dan Bybee (1990) selain memandang IPA sebagai suatu proses dan metode (*methods and processes*) serta produk-produk (*body of scientific knowledge*), juga melihat bahwa IPA mengandung nilai-nilai (*values*). IPA adalah sekumpulan nilai-nilai dan prinsip yang dapat menjadi petunjuk pengembangan kurikulum dalam IPA (Gill, 1991).

Sebagai *body of scientific knowledge*, IPA adalah hasil interpretasi/deskripsi tentang dunia kealaman (*natural world*). Hal ini sesungguhnya sama dengan elemen produk pada definisi IPA yang dikemukakan oleh Hungerford dan Volk (1990). Tujuan IPA adalah pengembangan *body of scientific knowledge* (Hyllegard dan Morrow, 1996).

IPA sebagai proses/metode penyelidikan (*inquiry methods*) meliputi cara berpikir, sikap, dan langkah-langkah kegiatan saintis untuk memperoleh produk-produk IPA atau ilmu pengetahuan ilmiah, misalnya observasi, pengukuran, merumuskan dan menguji hipotesis, mengumpulkan data, bereksperimen, dan prediksi. Dalam konteks itu, IPA bukan sekadar cara bekerja, melihat, dan cara berpikir, melainkan *'science as a way of knowing'*. Artinya, IPA sebagai proses juga dapat meliputi kecenderungan sikap/tindakan, keingintahuan, kebiasaan berpikir, dan seperangkat prosedur. Sementara nilai-nilai IPA berhubungan dengan tanggung jawab moral, nilai-nilai sosial, manfaat IPA untuk IPA dan kehidupan manusia, serta sikap dan tindakan (misalnya, keingintahuan,



Kegiatan Pembelajaran 1

kejujuran, ketelitian, ketekunan, hati-hati, toleran, hemat, dan pengambilan keputusan).

Berdasarkan berbagai pandangan di atas, IPA harus dipandang sebagai cara berpikir untuk memahami alam, melakukan penyelidikan, dan sebagai kumpulan pengetahuan. Hal ini sesuai dengan apa yang dikemukakan oleh Collete dan Chiappetta (1994) yang menyatakan bahwa IPA pada hakikatnya merupakan kumpulan pengetahuan (*a body of knowledge*), cara atau jalan berpikir (*method of thinking*), dan cara untuk penyelidikan (*method of investigating*).

Sesuai dengan Permendikbud tentang Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah, kegiatan pembelajaran sepenuhnya diarahkan pada pengembangan ranah pengetahuan, keterampilan, dan sikap secara utuh melalui pendekatan saintifik dan diperkuat dengan penerapan pembelajaran berbasis penyingkapan/penelitian (*discovery/inquiry learning*) dan pembelajaran yang menghasilkan karya berbasis pemecahan masalah (*project based learning*).

1. Model Pembelajaran Penemuan (*Discovery Learning*)

a. Definisi Model Pembelajaran Penemuan (*Discovery Learning*)

Model *Discovery Learning* mengarahkan peserta didik untuk memahami konsep, arti, dan hubungan, melalui proses intuitif untuk akhirnya sampai kepada suatu kesimpulan. Penemuan konsep tidak disajikan dalam bentuk akhir, tetapi peserta didik didorong untuk mengidentifikasi apa yang ingin diketahui dan dilanjutkan dengan mencari informasi sendiri kemudian mengorganisasi atau mengkonstruksi apa yang mereka ketahui dan pahami dalam suatu bentuk akhir. Hal tersebut terjadi bila peserta didik terlibat, terutama dalam penggunaan proses mentalnya untuk menemukan beberapa konsep dan prinsip. *Discovery* dilakukan melalui observasi, klasifikasi, pengukuran, prediksi, penentuan, dan inferensi. Proses tersebut disebut *cognitive process* sedangkan *discovery* itu sendiri adalah *the mental process of assimilating concepts and principles in the mind*.

Discovery mempunyai prinsip yang sama dengan inkuiri (*inquiry*) dan *Problem Solving*. Tidak ada perbedaan yang prinsipal pada ketiga istilah ini, pada *Discovery Learning* lebih menekankan pada ditemukannya konsep atau prinsip yang sebelumnya tidak diketahui, masalah yang diperhadapkan kepada peserta

didik semacam masalah yang direkayasa oleh guru. Sedangkan pada inkuiri masalahnya bukan hasil rekayasa, sehingga peserta didik harus mengerahkan seluruh pikiran dan keterampilannya untuk mendapatkan temuan-temuan di dalam masalah itu melalui proses penelitian, sedangkan *Problem Solving* lebih memberi tekanan pada kemampuan menyelesaikan masalah.

Penggunaan *Discovery Learning*, ingin mengubah kondisi belajar yang pasif menjadi aktif dan kreatif. Mengubah pembelajaran yang *teacher oriented* ke *student oriented*. Mengubah modus ekspositori peserta didik hanya menerima informasi secara keseluruhan dari guru; ke modus *discovery* peserta didik menemukan informasi sendiri.

Di dalam proses belajar, Bruner mementingkan partisipasi aktif dari tiap peserta didik, dan mengenal dengan baik adanya perbedaan kemampuan. Untuk menunjang proses belajar perlu lingkungan memfasilitasi rasa ingin tahu peserta didik pada tahap eksplorasi. Lingkungan ini dinamakan *discovery learning environment*, yaitu lingkungan dimana peserta didik dapat melakukan eksplorasi, penemuan-penemuan baru yang belum dikenal atau pengertian yang mirip dengan yang sudah diketahui. Lingkungan seperti ini bertujuan agar peserta didik dalam proses belajar dapat berjalan dengan baik dan lebih kreatif.

Dalam *Discovery Learning* bahan ajar tidak disajikan dalam bentuk akhir, peserta didik dituntut untuk melakukan berbagai kegiatan menghimpun informasi, membandingkan, mengkategorikan, menganalisis, mengintegrasikan, mereorganisasikan bahan serta membuat kesimpulan-kesimpulan.

Bruner mengatakan bahwa proses belajar akan berjalan dengan baik dan kreatif jika guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menemukan suatu konsep, teori, aturan, atau pemahaman melalui contoh-contoh yang ia jumpai dalam kehidupannya (Budiningsih, 2005). Pada akhirnya yang menjadi tujuan dalam *Discovery Learning* menurut Bruner adalah hendaklah guru memberikan kesempatan kepada siswanya untuk menjadi seorang *problem solver*, seorang *scientist*, historian, atau ahli matematika. Dan melalui kegiatan tersebut peserta didik akan menguasainya, menerapkan, serta menemukan hal-hal yang bermanfaat bagi dirinya.

b. Sintaks Model *Discovery Learning*

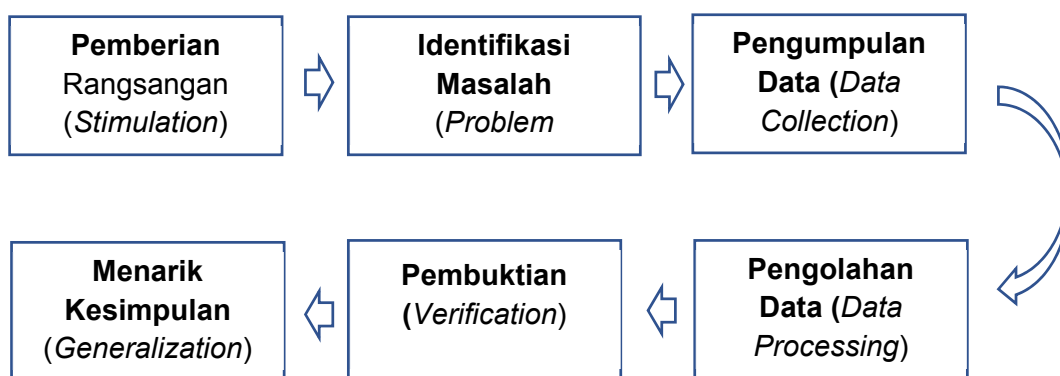
Langkah-langkah dalam mengaplikasikan model *discovery learning* di kelas adalah sebagai berikut.

1) Perencanaan

- a) Menentukan tujuan pembelajaran
- b) Melakukan identifikasi karakteristik siswa (kemampuan awal, minat, gaya belajar, dan sebagainya)
- c) Memilih materi pelajaran
- d) Menentukan topik-topik yang harus dipelajari siswa secara induktif (dari contoh-contoh generalisasi)
- e) Mengembangkan bahan-bahan belajar yang berupa contoh-contoh, ilustrasi, tugas dan sebagainya untuk dipelajari siswa
- f) Mengatur topik-topik pelajaran dari yang sederhana ke kompleks, dari yang konkret ke abstrak, atau dari tahap enaktif, ikonik sampai ke simbolik
- g) Melakukan penilaian proses dan hasil belajar siswa

2) Pelaksanaan

Dalam mengaplikasikan model *Discovery Learning* di kelas, ada beberapa sintaks yang harus dilaksanakan dalam kegiatan pembelajaran, secara umum tergambar sebagai berikut.



Gambar 4. Sintaks *Discovery Learning*

a) Pemberian Rangsangan (*Stimulation*)

Pertama-tama pada tahap ini siswa dihadapkan pada sesuatu yang menimbulkan kebingungannya, kemudian dilanjutkan untuk tidak

memberi generalisasi, agar timbul keinginan untuk menyelidiki sendiri. Di samping itu guru dapat memulai kegiatan pembelajaran dengan mengajukan pertanyaan, anjuran membaca buku, dan aktivitas belajar lainnya yang mengarah pada persiapan pemecahan masalah. Stimulasi pada tahap ini berfungsi untuk menyediakan kondisi interaksi belajar yang dapat mengembangkan dan membantu siswa untuk melakukan eksplorasi. Dalam hal memberikan stimulasi dapat menggunakan teknik bertanya yaitu dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang dapat menghadapkan siswa pada kondisi internal yang mendorong eksplorasi. Dengan demikian seorang guru harus menguasai teknik-teknik dalam memberi stimulus kepada siswa agar tujuan mengaktifkan siswa untuk mengeksplorasi dapat tercapai.

b) Identifikasi Masalah (*Problem statement*)

Setelah melakukan stimulasi langkah selanjutnya adalah guru memberi kesempatan kepada siswa untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin agenda-agenda masalah yang relevan dengan bahan pelajaran, kemudian pilih salah satu masalah dan dirumuskan dalam bentuk hipotesis (jawaban sementara atas pertanyaan masalah). Memberikan kesempatan siswa untuk mengidentifikasi dan menganalisa permasalahan yang mereka hadapi, merupakan teknik yang berguna dalam membangun pemahaman siswa agar terbiasa untuk menemukan masalah.

c) Pengumpulan Data (*Data Collection*)

Tahap ini berfungsi untuk menjawab pertanyaan atau membuktikan benar tidaknya hipotesis, dengan memberi kesempatan siswa mengumpulkan berbagai informasi yang relevan, membaca literatur, mengamati objek, wawancara dengan narasumber, melakukan uji coba sendiri dan sebagainya. Konsekuensi dari tahap ini adalah siswa belajar secara aktif untuk menemukan sesuatu yang berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi, dengan demikian secara tidak disengaja siswa menghubungkan masalah dengan pengetahuan yang telah dimiliki.

d) Pengolahan Data (*Data Processing*)

Pengolahan data merupakan kegiatan mengolah data dan informasi yang telah diperoleh para siswa baik melalui wawancara, observasi, dan sebagainya, lalu ditafsirkan. Semua informasi hasil bacaan, wawancara, observasi, dan sebagainya, semuanya diolah, diacak, diklasifikasikan, ditabulasi, bahkan bila perlu dihitung dengan cara tertentu serta ditafsirkan pada tingkat kepercayaan tertentu. *Data processing* disebut juga dengan pengkodean coding/kategorisasi yang berfungsi sebagai pembentukan konsep dan generalisasi. Dari generalisasi tersebut siswa akan mendapatkan pengetahuan baru tentang alternatif jawaban/penyelesaian yang perlu mendapat pembuktian secara logis.

e) Pembuktian (*Verification*)

Pada tahap ini siswa memeriksa secara cermat untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang ditetapkan dengan temuan alternatif, dihubungkan dengan hasil data yang telah diolah. Verifikasi bertujuan agar proses belajar berjalan dengan baik dan kreatif jika guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk menemukan suatu konsep, teori, aturan atau pemahaman melalui contoh-contoh yang ia jumpai dalam kehidupannya. Berdasarkan hasil pengolahan dan tafsiran, atau informasi yang ada, pernyataan atau hipotesis yang telah dirumuskan terdahulu itu kemudian dicek, apakah terjawab atau tidak, apakah terbukti atau tidak.

f) Menarik Kesimpulan/Generalisasi (*Generalization*)

Tahap generalisasi adalah proses menarik kesimpulan yang dapat dijadikan prinsip umum dan berlaku untuk semua kejadian atau masalah yang sama, dengan memperhatikan hasil verifikasi.

3) Penerapan Model *Discovery Learning* pada Pembelajaran

Model Pembelajaran merupakan kerangka konseptual dan operasional pembelajaran yang memiliki nama, ciri, urutan logis, pengaturan, dan budaya. Proses pembelajaran dilakukan dengan urutan model pembelajaran yang dipilih sesuai dengan karakteristik Kompetensi Dasar yang akan dikuasai peserta didik. Skenario pembelajaran disesuaikan

dengan sintaks model *discovery learning*, dengan alokasi waktu juga disesuaikan dengan tingkat kesulitan dan ruang lingkup materi dalam KD yang diajarkan. Dengan demikian, kompetensi pada KD dapat tercapai, hasil belajar pada peserta didik akan lebih optimal.

Contoh Penerapan Model *Discovery Learning* pada Pembelajaran IPA adalah sebagai berikut.

Topik/Tema	Kelistrikan dan Teknologi Listrik di Lingkungan
Subtopik/Tema	Konsep Listrik Statis
Kompetensi Dasar	<p>3.5 Memahami konsep listrik statis, muatan listrik, potensial listrik, hantaran listrik, kelistrikan pada sistem syaraf dan contohnya pada hewan-hewan yang mengandung listrik.</p> <p>4.4 Melakukan percobaan untuk menyelidiki muatan listrik statis dan interaksinya, serta sifat hantaran listrik bahan</p>
Indikator	<ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi bagian sel saraf. • Menjelaskan tentang prinsip kelistrikan pada saraf manusia. • Menyebutkan contoh-contoh hewan yang menghasilkan listrik • Menjelaskan prinsip kelistrikan pada beberapa hewan. • Membuat makalah tentang kelistrikan pada saraf manusia dan hewan-hewan yang menghasilkan listrik.
Alokasi Waktu	1 pertemuan (4 X 40 menit)

Kegiatan Pembelajaran 1

Sintak Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran
1. <i>Stimulation</i> (Stimulasi/ Pemberian rangsangan)	Pada tahap ini peserta didik diberi motivasi atau rangsangan untuk memusatkan perhatian pada topik kelistrikan pada saraf dengan cara mengajak peserta didik untuk memukulkan sikutnya ke meja.
2. <i>Problem Statement</i> (Pertanyaan/ Identifikasi masalah)	<p>Guru memberikan kesempatan pada peserta didik untuk mengidentifikasi sebanyak mungkin masalah yang berkaitan dengan kelistrikan pada saraf sampai peserta didik dapat berpikir dan bertanya.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menanyakan kepada peserta didik: <ul style="list-style-type: none"> • Apa yang kalian rasakan setelah memukul sikut pada meja? 2. Peserta didik diminta merumuskan pertanyaan terkait dengan percobaan ini. Pertanyaan diarahkan terkait dengan peran saraf dalam menanggapi rangsang, seperti: <ul style="list-style-type: none"> • Mengapa kita merasakan sakit ketika sikut dipukul? • Apakah peran saraf dalam menanggapi rangsangan tersebut? • Bagaimana kelistrikan terjadi pada sel saraf manusia? 3. Peserta didik diminta membuat hipotesis atau jawaban sementara atas pertanyaan yang mereka rumuskan.
3. <i>Data Collection</i> (Pengumpulan Data)	<p>Pada tahap ini peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan untuk menjawab pertanyaan yang telah dirumuskan. Informasi ini diperoleh melalui kegiatan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • membaca literatur tentang “Sel Saraf pada Manusia”, • mengamati gambar sel saraf manusia, kemudian membaca tabel tentang bagian-bagian saraf manusia dan fungsinya. <p>Kegiatan-kegiatan di atas dilakukan untuk membuktikan kebenaran hipotesis atau jawaban sementara yang telah dirumuskan.</p>
4. <i>Data Processing</i> (Pengolahan Data)	<p>Pada tahap ini peserta didik dalam kelompoknya berdiskusi untuk mengolah informasi yang diperoleh dengan cara:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mendiskusikan hasil pengumpulan informasi dari hasil pengamatan gambar dan bahan bacaan literatur tentang “Sel saraf pada manusia”;

	<ul style="list-style-type: none"> • memperhatikan pertanyaan - pertanyaan pada lembar kegiatan, dan menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut berdasarkan informasi yang diperoleh dari bahan bacaan dan pengamatan gambar.
5. <i>Verification</i> (Pembuktian)	<p>Pada tahap ini peserta didik membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang telah dirumuskan dengan cara:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Memeriksa secara cermat rumusan hipotesis; • Mencocokkan rumusan hipotesis tentang sel saraf pada manusia dengan informasi yang berhasil ditemukan; apakah sesuai atau tidak.
6. <i>Generalization</i> (Menarik kesimpulan)	<p>Pada tahap ini peserta didik menyimpulkan hasil pengumpulan informasi dan diskusi misalnya dengan cara:</p> <ul style="list-style-type: none"> • menyimpulkan bahwa tubuh dapat merasakan rangsang dari lingkungan karena adanya sistem saraf yang memanfaatkan prinsip kelistrikan; • memberikan contoh hewan-hewan yang menghasilkan listrik.

2. Model Pembelajaran Berbasis Masalah (*Problem Based Learning*)

a. Definisi Model Pembelajaran Berbasis Masalah (*Problem Based Learning*)

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

Pembelajaran berbasis masalah merupakan sebuah model pembelajaran yang menyajikan masalah kontekstual sehingga merangsang peserta didik untuk belajar. Dalam kelas yang menerapkan pembelajaran berbasis masalah, peserta didik bekerja dalam tim untuk memecahkan masalah dunia nyata (*real world*).



Kegiatan Pembelajaran 1

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

Ada lima strategi dalam menggunakan model pembelajaran berbasis masalah (PBL) yaitu:

- 1) Permasalahan sebagai kajian
- 2) Permasalahan sebagai peninjauan pemahaman
- 3) Permasalahan sebagai contoh
- 4) Permasalahan sebagai bagian yang tak terpisahkan dari proses
- 5) Permasalahan sebagai stimulus aktivitas autentik

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

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



b. Acuan Pembelajaran Berbasis Masalah

Model PBL mengacu pada hal-hal sebagai berikut.

- 1) Kurikulum: PBL tidak seperti pada kurikulum tradisional, karena memerlukan suatu strategi sasaran dimana proyek sebagai pusat.
- 2) *Responsibility*: PBL menekankan *responsibility* dan *answerability* para peserta didik ke diri dan panutannya.
- 3) Realisme: kegiatan peserta didik difokuskan pada pekerjaan yang serupa dengan situasi yang sebenarnya. Aktivitas ini mengintegrasikan tugas autentik dan menghasilkan sikap profesional.
- 4) *Active-learning*: menumbuhkan isu yang berujung pada pertanyaan dan keinginan peserta didik untuk menemukan jawaban yang relevan, sehingga dengan demikian telah terjadi proses pembelajaran yang mandiri.
- 5) Umpan Balik: diskusi, presentasi, dan evaluasi terhadap para peserta didik menghasilkan umpan balik yang berharga. Ini mendorong ke arah pembelajaran berdasarkan pengalaman.
- 6) Keterampilan Umum: PBL dikembangkan tidak hanya pada keterampilan pokok dan pengetahuan saja, tetapi juga mempunyai pengaruh besar pada keterampilan yang mendasar seperti pemecahan masalah, kerja kelompok, dan *self-management*.
- 7) *Driving Questions*: PBL difokuskan pada permasalahan yang memicu peserta didik berbuat menyelesaikan permasalahan dengan konsep, prinsip, dan ilmu pengetahuan yang sesuai.
- 8) *Constructive Investigations*: sebagai titik pusat, proyek harus disesuaikan dengan pengetahuan para peserta didik.
- 9) *Autonomy*: proyek menjadikan aktifitas peserta didik sangat penting.

c. Prinsip Pembelajaran Berbasis Masalah

Prinsip-prinsip PBL yang harus diperhatikan meliputi konsep dasar, pendefinisian masalah, pembelajaran mandiri, pertukaran pengetahuan, dan penilaiannya.

1) Konsep Dasar (*Basic Concept*)

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

2) Pendefinisian Masalah (*Defining the Problem*)

Dalam langkah ini fasilitator menyampaikan skenario atau permasalahan dan dalam kelompoknya peserta didik melakukan berbagai kegiatan. Pertama, *brainstorming* dengan cara semua anggota kelompok mengungkapkan pendapat, ide, dan tanggapan terhadap skenario secara bebas, sehingga dimungkinkan muncul berbagai macam alternatif pendapat. Kedua, melakukan seleksi untuk memilih pendapat yang lebih fokus. Ketiga, menentukan permasalahan dan melakukan pembagian tugas dalam kelompok untuk mencari referensi penyelesaian dari isu permasalahan yang didapat. Fasilitator memvalidasi pilihan-pilihan yang diambil peserta didik yang akhirnya diharapkan memiliki gambaran yang jelas tentang apa saja yang mereka ketahui, apa saja yang mereka tidak ketahui, dan pengetahuan apa saja yang diperlukan untuk menjembatannya.

3) Pembelajaran Mandiri (*Self Learning*)

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

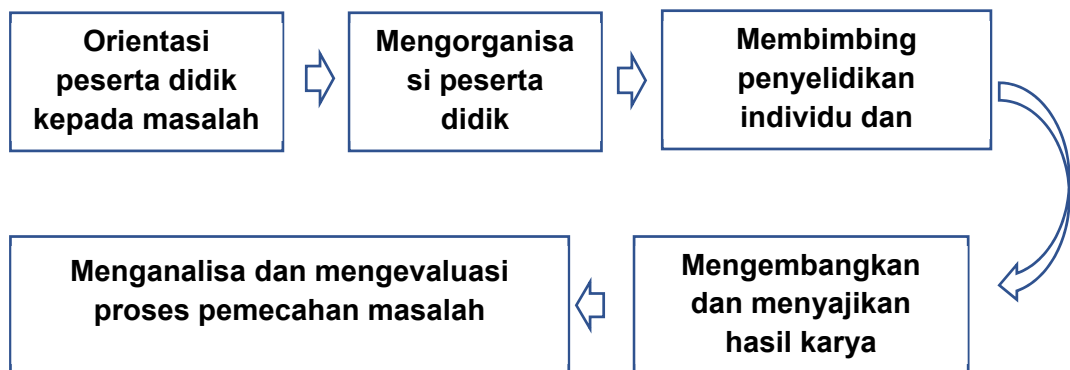
(1) agar peserta didik mencari informasi dan mengembangkan pemahaman yang relevan dengan permasalahan yang telah didiskusikan di kelas, dan (2) informasi dikumpulkan untuk dipresentasikan di kelas, relevan dan dapat dipahami.

4) Pertukaran Pengetahuan (*Exchange knowledge*)

Setelah mendapatkan sumber untuk keperluan pendalaman materi secara mandiri, pada pertemuan berikutnya peserta didik berdiskusi dalam kelompoknya dapat dibantu guru untuk mengklarifikasi capaiannya dan merumuskan solusi dari permasalahan kelompok. Langkah selanjutnya presentasi hasil dalam kelas dengan mengakomodasi masukan dari pleno, menentukan kesimpulan akhir, dan dokumentasi akhir. Untuk memastikan setiap peserta didik mengikuti langkah ini maka dilakukan dengan mengikuti petunjuk.

d. Sintaks Model Pembelajaran Berbasis Masalah

Langkah-langkah pelaksanaan PBL digambarkan sebagai berikut.



Gambar 5. Sintaks Model Pembelajaran Berbasis Masalah

Penjelasan setiap sintaks/fase diuraikan sebagai berikut.

Fase-Fase	Perilaku Guru
Fase 1 Orientasi peserta didik kepada masalah	<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan tujuan pembelajaran, menjelaskan logistik yang dibutuhkan. • Memotivasi peserta didik untuk terlibat aktif dalam pemecahan masalah yang dipilih.

Fase-Fase	Perilaku Guru
Fase 2 Mengorganisasikan peserta didik	Membantu peserta didik mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah tersebut.
Fase 3 Membimbing penyelidikan individu dan kelompok	Mendorong peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang sesuai, melaksanakan eksperimen untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalah.
Fase 4 Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Membantu peserta didik dalam merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai seperti laporan, model dan berbagi tugas dengan teman.
Fase 5 Menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Mengevaluasi hasil belajar tentang materi yang telah dipelajari atau meminta kelompok presentasi hasil kerja.

Fase 1: Mengorientasikan siswa pada masalah

Pembelajaran dimulai dengan menjelaskan tujuan pembelajaran dan aktivitas-aktivitas yang akan dilakukan. Dalam penggunaan PBL, tahapan ini sangat penting dimana guru harus menjelaskan dengan rinci apa yang harus dilakukan oleh siswa, serta dijelaskan bagaimana guru akan mengevaluasi proses pembelajaran. Ada empat hal yang perlu dilakukan dalam proses ini, yaitu sebagai berikut.

- 1) Tujuan utama pengajaran tidak untuk mempelajari sejumlah besar informasi baru, tetapi lebih kepada belajar bagaimana menyelidiki masalah-masalah penting dan bagaimana menjadi siswa yang mandiri.

- 2) Permasalahan dan pertanyaan yang diselidiki tidak mempunyai jawaban mutlak “benar”, sebuah masalah yang rumit atau kompleks mempunyai banyak penyelesaian dan seringkali bertentangan.
- 3) Selama tahap penyelidikan, siswa didorong untuk mengajukan pertanyaan dan mencari informasi.
- 4) Selama tahap analisis dan penjelasan, siswa akan didorong untuk menyatakan ide-idenya secara terbuka dan penuh kebebasan.

Fase 2: Mengorganisasikan Siswa untuk Belajar

Di samping mengembangkan keterampilan memecahkan masalah, pembelajaran PBL juga mendorong siswa belajar berkolaborasi. Pemecahan suatu masalah sangat membutuhkan kerjasama dan *sharing* antar anggota. Oleh sebab itu, guru dapat memulai kegiatan pembelajaran dengan membentuk kelompok-kelompok siswa dimana masing-masing kelompok akan memilih dan memecahkan masalah yang berbeda.

Fase 3: Membantu Penyelidikan Mandiri dan Kelompok

Penyelidikan adalah inti dari PBL. Meskipun setiap situasi permasalahan memerlukan teknik penyelidikan yang berbeda, namun pada umumnya tentu melibatkan karakter yang identik, yakni pengumpulan data dan eksperimen, berhipotesis dan penjelasan, dan memberikan pemecahan. Pengumpulan data dan eksperimentasi merupakan aspek yang sangat penting. Pada tahap ini, guru harus mendorong siswa untuk mengumpulkan data dan melaksanakan eksperimen (mental maupun aktual) sampai mereka betul-betul memahami dimensi situasi permasalahan. Tujuannya adalah agar peserta didik mengumpulkan cukup informasi untuk menciptakan dan membangun ide mereka sendiri.

Fase 4: Mengembangkan dan Menyajikan Artefak (Hasil Karya) dan Memamerkannya

Tahap penyelidikan diikuti dengan menciptakan artefak (hasil karya) dan pameran. Artefak lebih dari sekedar laporan tertulis, namun bisa suatu *video tape* (menunjukkan situasi masalah dan pemecahan yang diusulkan), model (perwujudan secara fisik dari situasi masalah dan pemecahannya), program komputer, dan sajian multimedia. Tentunya kecanggihan artefak sangat



Kegiatan Pembelajaran 1

dipengaruhi tingkat berpikir siswa. Langkah selanjutnya adalah mempamerkan hasil karyanya dan guru berperan sebagai organisator pameran. Akan lebih baik jika dalam pemeran ini melibatkan siswa lainnya, guru-guru, orang tua, dan lainnya yang dapat menjadi “penilai” atau memberikan umpan balik.

Fase 5: Analisis dan Evaluasi Proses Pemecahan Masalah

Fase ini dimaksudkan untuk membantu siswa menganalisis dan mengevaluasi proses mereka sendiri dan keterampilan penyelidikan dan intelektual yang mereka gunakan. Selama fase ini guru meminta siswa untuk merekonstruksi pemikiran dan aktivitas yang telah dilakukan selama proses kegiatan belajarnya.

e. Penilaian Pembelajaran Berbasis Masalah

Penilaian dalam PBL dilakukan dengan *authentic assesment*. Penilaian dapat dilakukan dengan portofolio yang merupakan kumpulan yang sistematis tentang pekerjaan-pekerjaan peserta didik yang dianalisis untuk melihat kemajuan belajar dalam kurun waktu tertentu dalam kerangka pencapaian tujuan pembelajaran. Penilaian dalam PBL dilakukan dengan cara evaluasi diri (*self-assessment*) dan *peer-assessment*.

- 1) *Self-assessment*. Penilaian yang dilakukan oleh peserta didik itu sendiri terhadap usaha-usahanya dan hasil pekerjaannya dengan merujuk pada tujuan yang ingin dicapai (*standard*) oleh peserta didik itu sendiri dalam belajar.
- 2) *Peer-assessment*. Penilaian dimana pebelajar berdiskusi untuk memberikan penilaian terhadap upaya dan hasil penyelesaian tugas-tugas yang telah dilakukannya sendiri maupun oleh teman dalam kelompoknya.

Penilaian yang relevan dalam PBL antara lain berikut.

1) Penilaian kinerja peserta didik

Pada penilaian kinerja ini, peserta didik diminta untuk unjuk kerja atau mendemonstrasikan kemampuan melakukan tugas-tugas tertentu, seperti menulis karangan, melakukan suatu eksperimen, menginterpretasikan

jawaban pada suatu masalah, memainkan suatu lagu, atau melukis suatu gambar.

2) Penilaian portofolio peserta didik

Penilaian portofolio adalah penilaian berkelanjutan yang didasarkan pada kumpulan informasi yang menunjukkan perkembangan kemampuan peserta didik dalam suatu periode tertentu. Informasi perkembangan peserta didik dapat berupa hasil karya terbaik peserta didik selama proses belajar, pekerjaan hasil tes, piagam penghargaan, atau bentuk informasi lain yang terkait kompetensi tertentu dalam suatu mata pelajaran.

3) Penilaian potensi belajar

Penilaian yang diarahkan untuk mengukur potensi belajar peserta didik yaitu mengukur kemampuan yang dapat ditingkatkan dengan bantuan guru atau teman-temannya yang lebih maju. PBL yang memberi tugas-tugas pemecahan masalah memungkinkan peserta didik untuk mengembangkan dan mengenali potensi kesiapan belajarnya.

4) Penilaian usaha kelompok

Menilai usaha kelompok seperti yang dilakukan pada pembelajaran kooperatif dapat dilakukan pada PBL. Penilaian usaha kelompok mengurangi kompetisi merugikan yang sering terjadi, misalnya membandingkan peserta didik dengan temannya. Penilaian dan evaluasi yang sesuai dengan model pembelajaran berbasis masalah adalah menilai pekerjaan yang dihasilkan oleh peserta didik sebagai hasil pekerjaan mereka dan mendiskusikan hasil pekerjaan secara bersama-sama.

f. Penerapan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* pada Pembelajaran

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



Kegiatan Pembelajaran 1


Tahap-tahap PBL meliputi tahap orientasi peserta didik kepada masalah, mengorganisasikan peserta didik, membimbing penyelidikan individu dan kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil karya dan menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah.

Contoh Tahap Pembelajaran *Problem Based Learning*

Topik/Tema	Kependudukan dan Lingkungan
Subtopik/Tema	Dampak peningkatan jumlah penduduk terhadap masalah lingkungan
Kompetensi Dasar	3.3 Mendeskripsikan penyebab perkembangan penduduk dan dampaknya bagi lingkungan 4.3 Menyajikan hasil penelusuran informasi tentang perkembangan penduduk dan dampaknya bagi lingkungan
Indikator	<ul style="list-style-type: none"> • Menyebutkan dampak peningkatan jumlah penduduk terhadap masalah lingkungan. • Menjelaskan keterkaitan antara jumlah penduduk dengan jumlah sampah yang dihasilkan oleh penduduk. • Membuat laporan hasil penyelidikan tentang permasalahan sampah yang muncul di lingkungan sekitar siswa yang terjadi akibat peningkatan jumlah penduduk.
Alokasi Waktu	2 pertemuan (5 X 40 menit)

Sintak Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran
FASE 1 Orientasi peserta didik pada masalah	<ul style="list-style-type: none"> • Guru menunjukkan kepada peserta didik sebuah foto/gambar yang menunjukkan menumpuknya sampah di tepi jalan di tengah-tengah lingkungan padat penduduk.



	 <p>Sumber: Dokumen Kemdikbud</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengamati gambar yang ditunjukkan oleh guru. • Peserta didik diminta memberikan tanggapan dan pendapat terhadap gambar/foto yang diberikan. • Peserta didik diberikan kesempatan untuk menetapkan permasalahan dalam bentuk pertanyaan yang berhubungan dengan gambar yang diamati. Contoh pertanyaannya yaitu: Mengapa sampah dapat menumpuk?
<p>FASE 2 Mengorganisasi peserta didik dalam belajar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Guru membantu peserta didik mendefinisikan dan mengorganisasikan pertanyaan/masalah yang akan dicari penyelesaiannya. • Peserta didik diberi tugas untuk menggali informasi dari buku IPA kelas IX tentang “Pengaruh Jumlah Penduduk terhadap Sampah yang dihasilkan” secara berkelompok.
<p>FASE 3 Membimbing penyelidikan peserta didik secara mandiri maupun kelompok</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengumpulkan informasi untuk membangun ide mereka sendiri dalam memecahkan masalah tentang pengaruh jumlah penduduk terhadap sampah yang dihasilkan. • Peserta didik berdiskusi dalam kelompok mencari solusi terkait dengan masalah yang telah diidentifikasi. • Guru membagikan Lembar Kerja “Menghitung Volume Sampah yang dihasilkan oleh Rumah Tangga”. • Peserta didik melakukan penyelidikan melalui Lembar Kerja dengan mengugaskannya di luar pembelajaran. • Guru membimbing penyelidikan yang dilakukan peserta didik.
<p>FASE 4 Mengembangkan dan menyajikan hasil karya</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mencatat data hasil penyelidikan kelompok dalam Lembar Kerja. • Peserta didik mengolah data yang diperoleh dari kelompoknya. • Peserta didik menjawab pertanyaan pada Lembar Kerja. • Peserta didik menyajikan hasil pengolahan data dalam bentuk

Kegiatan Pembelajaran 1

	laporan tertulis.
FASE 5 Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	<ul style="list-style-type: none">• Peserta didik dan guru mengevaluasi hasil penyelidikan melalui diskusi kelas.• Peserta didik dibimbing guru menganalisis hasil pemecahan masalah tentang jumlah penduduk dan sampah di lingkungan sekitar. Peserta diharapkan menggunakan buku sumber untuk membantu mengevaluasi hasil diskusi.• Selanjutnya peserta didik diminta mempresentasikan hasil penyelidikan dan diskusi di depan kelas; dilanjutkan dengan penyamaan persepsi.• Kelompok peserta didik yang berhasil memecahkan permasalahan diberi penghargaan.• Guru melakukan evaluasi hasil belajar mengenai materi yang telah dipelajari peserta didik (dapat menggunakan <i>paper and pencil test</i> atau <i>authentic assessment</i>).

3. Model Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning*)

a. Definisi

Pembelajaran Berbasis Proyek atau *Project Based Learning* (PjBL) adalah model pembelajaran yang melibatkan siswa dalam suatu kegiatan (proyek) yang menghasilkan suatu produk. Keterlibatan siswa mulai dari merencanakan, membuat rancangan, melaksanakan, dan melaporkan hasil kegiatan berupa produk dan laporan pelaksanaannya.

Model pembelajaran ini menekankan pada proses pembelajaran jangka panjang, siswa terlibat secara langsung dengan berbagai isu dan persoalan kehidupan sehari-hari, belajar bagaimana memahami dan menyelesaikan persoalan nyata, bersifat interdisipliner, dan melibatkan siswa sebagai pelaku mulai dari merancang, melaksanakan, dan melaporkan hasil kegiatan (*student centered*).

Dalam pelaksanaannya, pembelajaran berbasis proyek bertitik tolak dari masalah sebagai langkah awal sebelum mengumpulkan data dan informasi dengan mengintegrasikan pengetahuan baru berdasarkan pengalamannya dalam beraktivitas secara nyata. Pembelajaran Berbasis Proyek dirancang

untuk digunakan sebagai wahana pembelajaran dalam memahami permasalahan yang kompleks dan melatih serta mengembangkan kemampuan peserta didik dalam melakukan insvestigasi dan melakukan kajian untuk menemukan solusi permasalahan.

Pembelajaran Berbasis Proyek dirancang dalam rangka: (1) mendorong dan membiasakan siswa untuk menemukan sendiri (*inquiry*), melakukan penelitian/pengkajian, menerapkan keterampilan dalam merencanakan (*planning skills*), berfikir kritis (*critical thinking*), dan penyelesaian masalah (*problem-solving skills*) dalam menuntaskan suatu kegiatan/proyek. (2) Mendorong siswa untuk menerapkan pengetahuan, keterampilan, dan sikap tertentu ke dalam berbagai konteks (*a variety of contexts*) dalam menuntaskan kegiatan/proyek yang dikerjakan. (3) Memberikan peluang kepada siswa untuk belajar menerapkan *interpersonal skills* dan berkolaborasi dalam suatu tim sebagaimana orang bekerja sama dalam sebuah tim dalam lingkungan kerja atau kehidupan nyata.

Mengingat bahwa masing-masing peserta didik memiliki gaya belajar yang berbeda, maka Pembelajaran Berbasis Proyek memberikan kesempatan kepada para peserta didik untuk menggali konten (materi) dengan menggunakan berbagai cara yang bermakna bagi dirinya, dan melakukan eksperimen secara kolaboratif. Pembelajaran Berbasis Proyek merupakan investigasi mendalam tentang sebuah topik dunia nyata, hal ini akan berharga bagi atensi dan usaha peserta didik.

b. Karakteristik Pembelajaran Berbasis Proyek

Pembelajaran Berbasis Proyek memiliki karakteristik berikut.

- 1) Peserta didik membuat keputusan tentang sebuah kerangka kerja;
- 2) Adanya permasalahan atau tantangan yang diajukan kepada peserta didik;
- 3) Peserta didik mendesain proses untuk menentukan solusi atas permasalahan atau tantangan yang diajukan;
- 4) Peserta didik secara kolaboratif bertanggung jawab untuk mengakses dan mengelola informasi untuk memecahkan permasalahan;
- 5) Proses evaluasi dijalankan secara kontinyu;

Kegiatan Pembelajaran 1

- 6) Peserta didik secara berkala melakukan refleksi atas aktivitas yang sudah dijalankan;
 - 7) Produk akhir aktivitas belajar akan dievaluasi secara kualitatif; dan
 - 8) Situasi pembelajaran sangat toleran terhadap kesalahan dan perubahan.
- Peran guru dalam Pembelajaran Berbasis Proyek sebaiknya sebagai fasilitator, pelatih, penasehat dan perantara untuk mendapatkan hasil yang optimal sesuai dengan daya imajinasi, kreasi dan inovasi dari siswa.

c. Sintaks Model Pembelajaran Berbasis Proyek

Langkah-langkah pelaksanaan Pembelajaran Berbasis Proyek dapat dijelaskan dengan diagram sebagai berikut.



Gambar 6. Langkah-langkah pelaksanaan Pembelajaran Berbasis Proyek

Penjelasan langkah-langkah Pembelajaran Berbasis Proyek sebagai berikut.

1) Penentuan pertanyaan mendasar (*start with the essential question*)

Pembelajaran dimulai dengan pertanyaan esensial, yaitu pertanyaan yang dapat memberi penugasan siswa dalam melakukan suatu aktivitas. Mengambil topik yang sesuai dengan realitas dunia nyata dan dimulai dengan sebuah investigasi mendalam. Pengajar berusaha agar topik yang diangkat relevan untuk para siswa.

2) Mendesain perencanaan proyek (*design a plan for the project*)

Perencanaan dilakukan secara kolaboratif antara pengajar dan siswa. Dengan demikian siswa diharapkan akan merasa “memiliki” atas proyek

tersebut. Perencanaan berisi tentang aturan main, pemilihan aktivitas yang dapat mendukung dalam menjawab pertanyaan esensial, dengan cara mengintegrasikan berbagai subjek yang mungkin, serta mengetahui alat dan bahan yang dapat diakses untuk membantu penyelesaian proyek.

3) Menyusun jadwal (*create a schedule*)

Pengajar dan siswa secara kolaboratif menyusun jadwal aktivitas dalam menyelesaikan proyek. Aktivitas pada tahap ini antara lain: (1) membuat jadwal (*timeline*) untuk menyelesaikan proyek, (2) membuat batas akhir (*deadline*) penyelesaian proyek, (3) membawa siswa agar merencanakan cara yang baru, (4) membimbing siswa ketika mereka membuat cara yang tidak berhubungan dengan proyek, dan (5) meminta siswa untuk membuat penjelasan (alasan) tentang pemilihan suatu cara.

4) Memonitor siswa dan kemajuan proyek (*monitor the students and the progress of the project*)

Pengajar bertanggungjawab untuk melakukan monitor terhadap aktivitas siswa selama menyelesaikan proyek. Monitoring dilakukan dengan cara memfasilitasi siswa pada setiap proses. Dengan kata lain pengajar berperan menjadi mentor bagi aktivitas siswa. Agar mempermudah proses monitoring, dibuat sebuah rubrik yang dapat merekam keseluruhan aktivitas yang penting.

5) Menguji hasil (*assess the outcome*)

Penilaian dilakukan untuk membantu pengajar dalam mengukur ketercapaian standar, berperan dalam mengevaluasi kemajuan masing-masing siswa, memberi umpan balik tentang tingkat pemahaman yang sudah dicapai siswa, membantu pengajar dalam menyusun strategi pembelajaran berikutnya.

6) Mengevaluasi pengalaman (*evaluate the experience*)

Pada akhir proses pembelajaran, pengajar dan siswa melakukan refleksi terhadap aktivitas dan hasil proyek yang sudah dijalankan. Proses refleksi dilakukan baik secara individu maupun kelompok. Pada tahap ini siswa



Kegiatan Pembelajaran 1

diminta untuk mengungkapkan perasaan dan pengalamannya selama menyelesaikan proyek. Pengajar dan siswa mengembangkan diskusi dalam rangka memperbaiki kinerja selama proses pembelajaran, sehingga pada akhirnya ditemukan suatu temuan baru (*new inquiry*) untuk menjawab permasalahan yang diajukan pada tahap pertama pembelajaran.

Peran guru dan siswa dalam pelaksanaan pembelajaran berbasis proyek sebagai berikut.

- Peran Guru
 - a) Merencanakan dan mendesain pembelajaran
 - b) Membuat strategi pembelajaran
 - c) Membayangkan interaksi yang akan terjadi antara guru dan siswa
 - d) Mencari keunikan siswa
 - e) Menilai siswa dengan cara transparan dan berbagai macam penilaian
 - f) Membuat portofolio pekerjaan siswa

- Peran Siswa
 - a) Menggunakan kemampuan bertanya dan berpikir
 - b) Melakukan riset sederhana
 - c) Mempelajari ide dan konsep baru
 - d) Belajar mengatur waktu dengan baik
 - e) Melakukan kegiatan belajar sendiri/kelompok
 - f) Mengaplikasikan hasil belajar lewat tindakan
 - g) Melakukan interaksi sosial (wawancara, survey, observasi, dll)

d. Penerapan Model *Project Based Learning*

Pada penerapannya dalam pembelajaran guru dan peserta didik dapat bekerja sama mendesain proyek, merancang perencanaan proyek dan menyusun jadwal. Untuk memandu pembelajaran ini guru dapat mendisain instrumen-instrumen lembar kerja peserta didik karena pelaksanaan pembelajarannya umumnya dilakukan sebagai tugas di luar tatap muka

kecuali pelaporan hasil proyek. Untuk penilaiannya guru harus menyiapkan instrumen penilaian proyek.

Berikut ini contoh kegiatan pembelajaran dan lembar kerja pelaksanaan tugas proyek yang akan dilakukan peserta didik.

1) Kegiatan pembelajaran

Kompetensi Dasar	: 3.7 Mendeskripsikan konsep medan magnet, induksi elektromagnetik, dan penggunaannya dalam produk teknologi, serta pemanfaatan medan magnet dalam pergerakan/navigasi hewan untuk mencari makanan dan migrasi
	: 4.6 Membuat karya sederhana yang memanfaatkan prinsip elektromagnetik dan/atau induksi elektromagnetik
Topik	: Kemagnetan dan Pemanfaatannya dalam Produk Teknologi
Sub Topik	: Kemagnetan dalam Produk Teknologi
Indikator	: <ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan prinsip elektromagnetik • Menyebutkan contoh-contoh penerapan elektromagnetik dalam kehidupan sehari-hari • Membuat bel listrik
Alokasi Waktu	: 2x pertemuan (5 x 40 menit)



Kegiatan Pembelajaran 1

Tahap	Kegiatan Pembelajaran
Penentuan Pertanyaan Mendasar	<ul style="list-style-type: none">• Peserta didik diminta untuk mengamati video/gambar tentang beberapa penggunaan elektromagnet dalam kehidupan sehari-hari, dan mengamati demonstrasi tentang bel listrik.• Peserta didik diminta membuat pertanyaan untuk mengemukakan rasa ingin tahunya tentang bel listrik misalnya:<ul style="list-style-type: none">- Apakah kita dapat membuat bel sendiri?
Mendesain Perencanaan Proyek	<ul style="list-style-type: none">• Guru mengajak peserta didik untuk merencanakan sebuah proyek membuat bel listrik.• Peserta didik mengumpulkan informasi tentang cara kerja bel listrik dari berbagai sumber.• Peserta didik mengasosiasi informasi yang diperoleh sehingga dapat membuat rancangan proyek membuat bel listrik secara kolaboratif dengan pengajar agar mereka merasa “memiliki” atas proyek tersebut.• Peserta membuat aturan penyelesaian proyek, misalnya:<ol style="list-style-type: none">1. Dilakukan secara berkelompok2. Waktu kegiatan melakukan perancangan3. Mempelajari bahan-bahan yang diperlukan untuk membuat bel listrik

Tahap	Kegiatan Pembelajaran								
Menyusun Jadwal	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik menyusun jadwal penyelesaian proyek. Contoh jadwal dalam kegiatan proyek pembuatan bel listrik <table border="1" data-bbox="655 555 1390 1585"> <thead> <tr> <th data-bbox="655 555 879 638">Jadwal</th> <th data-bbox="879 555 1390 638">Rencana Kegiatan</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="655 638 879 898">Perancangan proyek (Tatap muka 1)</td> <td data-bbox="879 638 1390 898"> <ul style="list-style-type: none"> - Mengkaji konsep elektromagnetik dari buku sumber atau internet - Merancang pembuatan bel listrik - Melaporkan rancangan bel listrik </td> </tr> <tr> <td data-bbox="655 898 879 1402">Tugas proyek di rumah (di luar tatap muka)</td> <td data-bbox="879 898 1390 1402"> <ul style="list-style-type: none"> - Memperbaiki rancangan bel listrik - Membuat bel listrik berdasarkan rancangan yang sudah diperbaiki - Mencatat proses pembuatan bel listrik - Melakukan ujicoba bel listrik - Membuat laporan pembuatan bel listrik </td> </tr> <tr> <td data-bbox="655 1402 879 1585">Pelaporan proyek (tatap muka 2)</td> <td data-bbox="879 1402 1390 1585"> <ul style="list-style-type: none"> - Melaporkan hasil pembuatan bel listrik </td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengomunikasikan hasil rancangan bel listrik dan jadwal proyek di depan kelas • Guru memberikan masukan kepada peserta didik terhadap rancangan proyek. 	Jadwal	Rencana Kegiatan	Perancangan proyek (Tatap muka 1)	<ul style="list-style-type: none"> - Mengkaji konsep elektromagnetik dari buku sumber atau internet - Merancang pembuatan bel listrik - Melaporkan rancangan bel listrik 	Tugas proyek di rumah (di luar tatap muka)	<ul style="list-style-type: none"> - Memperbaiki rancangan bel listrik - Membuat bel listrik berdasarkan rancangan yang sudah diperbaiki - Mencatat proses pembuatan bel listrik - Melakukan ujicoba bel listrik - Membuat laporan pembuatan bel listrik 	Pelaporan proyek (tatap muka 2)	<ul style="list-style-type: none"> - Melaporkan hasil pembuatan bel listrik
Jadwal	Rencana Kegiatan								
Perancangan proyek (Tatap muka 1)	<ul style="list-style-type: none"> - Mengkaji konsep elektromagnetik dari buku sumber atau internet - Merancang pembuatan bel listrik - Melaporkan rancangan bel listrik 								
Tugas proyek di rumah (di luar tatap muka)	<ul style="list-style-type: none"> - Memperbaiki rancangan bel listrik - Membuat bel listrik berdasarkan rancangan yang sudah diperbaiki - Mencatat proses pembuatan bel listrik - Melakukan ujicoba bel listrik - Membuat laporan pembuatan bel listrik 								
Pelaporan proyek (tatap muka 2)	<ul style="list-style-type: none"> - Melaporkan hasil pembuatan bel listrik 								
Memonitor peserta didik dan kemajuan	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik melaksanakan proyek membuat bel listrik sesuai rancangan bersama-sama kelompoknya. • Peserta didik melakukan ujicoba bel listrik. 								

Kegiatan Pembelajaran 1

Tahap	Kegiatan Pembelajaran
proyek	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mencatat data hasil ujicoba. • Peserta didik mengolah data hasil ujicoba. • Selama penyelesaian proyek, guru memonitor aktivitas yang penting dari peserta didik, menanyakan masalah-masalah yang ditemui pada saat membuat bel listrik. • Peserta didik membuat laporan proyek
Menguji Hasil	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik mengomunikasikan hasil proyek membuat bel listrik dengan cara presentasi dan demonstrasi di depan kelas. • Guru menilai laporan rancangan bel listrik, laporan hasil pembuatan bel listrik sesuai rancangan. • Peserta didik menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diberikan guru berkaitan dengan pembuatan bel listriknya. • Guru memberikan saran-saran untuk perbaikan pembuatan bel listrik.
Mengevaluasi Pengalaman	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik diminta untuk mengungkapkan pengalamannya selama menyelesaikan proyek. • Pada akhir proses pembelajaran, guru dan peserta didik melakukan refleksi terhadap aktivitas selama merancang dan membuat bel listrik. • Guru dan peserta didik mengembangkan diskusi untuk memperbaiki kinerja selama proses pembelajaran, sehingga pada akhirnya ditemukan suatu temuan baru (<i>new inquiry</i>) untuk menjawab pertanyaan yang diajukan pada tahap pertama pembelajaran.

Pada pembelajaran berbasis proyek, tugas proyek harus jelas sehingga hasilnya dapat dinilai sesuai rubrik penilaian proyek. Berikut ini contoh lembar tugas proyek dan instrumen penilaiannya.

2) Lembar Kerja Tugas Proyek

Untuk mengerjakan proyek, peserta diberi panduan kerja agar tugas dapat dikerjakan secara efektif dan efisien. Pada lembar kerja tugas proyek dicantumkan petunjuk kerja baik untuk kegiatan tatap muka maupun tugas di luar kegiatan tatap muka.

Berikut ini contoh lembar kegiatan Pembelajaran Berbasis Proyek dan format laporannya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK

MATA PELAJARAN	: IPA
KELAS/ SEMESTER	: IX/1
TOPIK	: Kemagnetan dan Pemanfaatannya dalam Produk Teknologi
SUB TOPIK	: Kemagnetan dalam Produk Teknologi
TUGAS	: Membuat bel listrik

KOMPETENSI DASAR

- 3.7 Mendeskripsikan konsep medan magnet, induksi elektromagnetik, dan penggunaannya dalam produk teknologi, serta pemanfaatan medan magnet dalam pergerakan/navigasi hewan untuk mencari makanan dan migrasi
- 4.6 Membuat karya sederhana yang memanfaatkan prinsip elektromagnetik dan/atau induksi elektromagnetik

PETUNJUK UMUM

Tugas Proyek di sekolah (Tatap muka 1)

1. Pelajari konsep elektromagnetik.
2. Buat rancangan bel listrik dengan cara sebagai berikut.
 - Tentukan tujuan proyek.
 - Tentukan bahan dan alat yang diperlukan.
 - Gambarkan rancangan bel listrik dan jelaskan cara kerjanya.
 - Gunakan format yang tersedia untuk melaporkan rancangan.
3. Presentasikan hasil rancangan bel listrik.

Tugas Proyek di Rumah

1. Setelah membuat rancangan, rakitlah sebuah bel listrik sesuai dengan rancangan.
2. Ujicobalah bel yang telah dibuat.
3. Catat data-data hasil ujicoba tersebut.
4. Buat laporan percobaan atau hasil ujicoba bel listrik dengan format yang tersedia.
5. Selamat mencoba, mudah-mudahan bel listrik yang kalian rancang dapat bekerja dengan dengan baik. Semangat!

3) Laporan Kegiatan Pembelajaran Berbasis Proyek

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

Berikut ini contoh laporan merancang alat

a) Merancang bel listrik

LAPORAN TUGAS PROYEK

MATA PELAJARAN : IPA
 TOPIK : Kemagnetan dan Pemanfaatannya dalam
 Produk Teknologi
 SUB TOPIK : Kemagnetan dalam Produk Teknologi
 TUGAS : Merancang dan membuat bel listrik
 NAMA :
 KELAS : IX

Tugas	Laporan Kegiatan
Mempelajari konsep elektromagnetik	Tanggal: Laporan:
Membuat rancangan bel listrik dengan cara sebagai berikut.	Tujuan Percobaan
	Alat: Bahan :
	Gambar rancangan bel listrik :



Kegiatan Pembelajaran 1

	Cara kerjanya:

b) Laporan Praktik Uji Coba Bel Listrik

LAPORAN PENGUJIAN BEL LISTRIK

MATA PELAJARAN : IPA
 TOPIK : Kemagnetan dan Pemanfaatannya dalam Produk Teknologi
 SUB TOPIK : Kemagnetan dalam Produk Teknologi
 TUGAS : Merancang dan Membuat Bel Listrik
 NAMA :
 KELAS : IX
 Tanggal :

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

Catatan : sertakan hasil ujicoba yang paling baik untuk laporan.

c) Laporan Penelitian

LAPORAN PENELITIAN

PETUNJUK KHUSUS

Berdasarkan hasil kegiatanmu ini, tuliskan sebuah laporan penelitian sederhana tentang pembuatan bel listrik. Buatlah judul yang menarik,



dan tulis laporan secara sistematis.

JUDUL

.....

4. Model Latihan Inkuiri (*Inquiry Training Model*)

a. Definisi Model Latihan Inkuiri (*Inquiry Training Model*)

Model Latihan Inkuiri atau dikenal di kalangan akademis dengan sebutan "*Inquiry Training Model*". pada mulanya dikembangkan oleh J.Richard Suchman (1960) dalam bidang ilmu pengetahuan alam dan kemudian dikembangkan dalam ilmu pengetahuan lainnya. Latihan Inkuiri dikembangkan oleh J.Richard Suchman untuk membelajarkan siswa tentang suatu proses untuk menginvestigasi dan menjelaskan fenomena yang tidak biasa. (*Joyce et al*, 1992: 199). Model ini dirancang untuk melatih siswa dalam suatu penelitian ilmiah sehingga diharapkan dapat menumbuhkan dan mengembangkan rasa ingin tahu dalam diri siswa, menumbuhkembangkan kemampuan intelektual dalam berpikir induktif, kemampuan meneliti, kemampuan berargumentasi dan kemampuan mengembangkan teori..

Richard Suchman sebagai tokoh model Latihan Inkuiri ini mengemukakan bahwa tujuan daripada Latihan Inkuiri ialah mengembangkan keterampilan kognitif dalam melacak dan mengolah data-data. Hal tersebut akan membawa pebelajar-pebelajar kepada suatu pendekatan baru dalam belajar dimana mereka membangun konsep-konsep melalui analisis episode-episode nyata dan menemukan sendiri hubungan-hubungan antara berbagai variabel.

Kata inkuiri berarti menyelidiki dengan cara mencari informasi dan melakukan pertanyaan-pertanyaan. Dengan pendekatan inkuiri ini siswa dimotivasi untuk aktif berpikir, melibatkan diri dalam kegiatan dan mampu menyelesaikan tugas sendiri.



Kegiatan Pembelajaran 1

Model Latihan Inkuiri yaitu sebuah model pembelajaran dimana guru berusaha mengarahkan siswa untuk mampu menyadari apa yang sudah didapatkan selama belajar. Sehingga siswa mampu berfikir dan terlibat dalam kegiatan intelektual dan memproses pengalaman belajar itu menjadi sesuatu yang bermakna dalam kehidupan nyata.

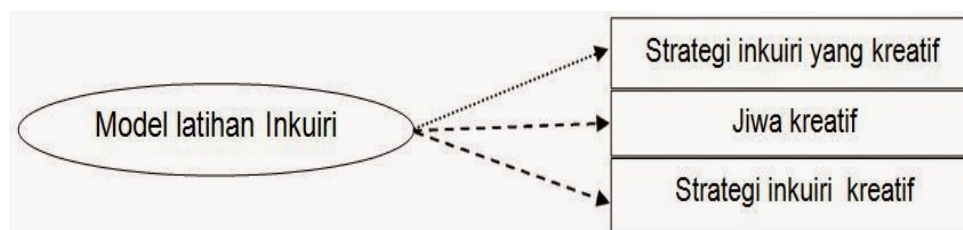
Prinsip penting pada model latihan inkuiri (Joyce *et al*: 1992) adalah memastikan agar pertanyaan yang diajukan oleh siswa dapat dijawab dengan **ya** atau **tidak** oleh guru dan sama sekali tidak meminta guru untuk melakukan penyelidikan. Menurut Suchman (Rowe, 1978:363) tujuan mengharuskan siswa mengajukan pertanyaan yang hanya akan dijawab oleh guru dengan *ya* atau *tidak* adalah untuk membelajarkan siswa tentang bagaimana cara (1) mengajukan pertanyaan yang terarah dan tidak kabur, (2) menyusun informasi untuk mendukung kesimpulan (sementara), (3) menganalisis suatu situasi dalam menyelesaikan hubungan antar variabel.

Inkuiri merupakan suatu teknik atau cara yang digunakan guru untuk mengajar di depan kelas. Adapun gambaran pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

Guru menunjukkan sesuatu benda/barang/buku yang masih asing kepada siswa di kelas. Siswa ditugaskan mengamati, kemudian guru memberikan masalah/pertanyaan kepada semua siswa yang sudah siap dengan jawaban/pendapat. Jawaban/pendapat yang sudah dikemukakan oleh salah seorang siswa tidak boleh diulang oleh siswa lainnya. Jadi, masalah itu berkembang sesuai dengan rencana pembelajaran yang telah disusun.

Dari gambaran di atas, maka siswa akan memperoleh banyak masukan yang dapat memperbanyak pengetahuan siswa. Hal ini dapat terjadi apabila proses interaksi belajar mengajar bila ada arah perubahan dari “*teacher centered*” kepada “*student centered*”.

Latihan Inkuiri akan memberi efek-efek pencapaian *instructional* dan *nurturant effects* seperti terlihat pada diagram berikut ini.



Gambar 7. Efek Model Latihan Inkuiri

b. Sintaks/ Fase Model Latihan Inkuiri

Model Latihan Inkuiri memiliki 5 fase sebagai berikut.

Fase	Kegiatan pembelajaran
Fase Satu: Menghadapkan dengan Masalah	<ul style="list-style-type: none"> Menyajikan kejadian yang tidak biasa / wajar
Fase Dua: Pengumpulan data verifikasi /pembuktian	<ul style="list-style-type: none"> Memberi waktu kepada siswa untuk mengajukan pertanyaan yang berkaitan dengan permasalahan yang disajikan oleh guru dan guru hanya menjawab ya dan tidak (ya jika pertanyaan ada alasan yang tepat, bila sebaliknya dijawab tidak)
Fase Tiga: Pengumpulan data - Eksperimentasi	<ul style="list-style-type: none"> Mengisolasi variabel yang relevan Membuat hipotesis (dan menguji) hubungan sebab akibat
Fase Empat: Mengorganisir, Merumuskan penjelasan	<ul style="list-style-type: none"> Merumuskan aturan-aturan atau penjelasan
Fase Lima: Analisis Proses Inkuiri	<ul style="list-style-type: none"> Menganalisis strategi inkuiri dan mengembangkan strategi yang lebih efektif

c. Ciri Pembelajaran Model Latihan Inkuiri

Model Latihan Inkuiri memiliki ciri sebagai berikut.

- 1) Pembelajaran inkuiri menekankan kepada aktivitas siswa secara maksimal untuk mencari dan menemukan. Artinya, pada pembelajaran inkuiri menempatkan siswa sebagai subyek belajar. Dalam proses pembelajaran, siswa tidak hanya berperan sebagai penerima materi pelajaran melalui penjelasan guru secara verbal, tetapi mereka berperan untuk menemukan sendiri inti dari materi pelajaran itu sendiri.
- 2) Seluruh aktivitas yang dilakukan siswa diarahkan untuk mencari dan menemukan jawaban sendiri dari sesuatu yang dipertanyakan, sehingga diharapkan dapat menumbuhkan sikap percaya diri. Dengan demikian, pada pembelajaran inkuiri menempatkan guru bukan sebagai satu-satunya sumber belajar, tetapi lebih diposisikan sebagai konselor, konsultan, teman yang kritis dan fasilitator serta motivator belajar siswa

d. Tujuan Pembelajaran Model Latihan Inkuiri

Model Latihan Inkuiri bertujuan siswa agar memiliki kemampuan sebagai berikut.

- 1) Mampu mengajukan pertanyaan atau permasalahan berdasarkan pengamatan
- 2) Mampu merumuskan hipotesis
- 3) Mampu mengumpulkan data hasil eksperimen
- 4) Mampu menganalisis data hasil eksperimen
- 5) Mampu membuat kesimpulan hasil eksperimen

e. Implementasi Model Latihan Inkuiri dalam Pembelajaran

Implementasi model latihan inkuiri dilakukan dengan tahapan:

- 1) Tahapan penyajian masalah

Guru memulai pembelajarannya dengan menyajikan masalah dengan cara menyajikan sebuah masalah atau memperlihatkan sebuah obyek untuk diamati siswa, kemudian siswa dipersilahkan mengidentifikasi masalah pada obyek yang diamati.

Keterlibatan siswa pada tahap ini adalah (1) melakukan pengamatan terhadap masalah yang diberikan (2) memberi respon positif terhadap masalah yang dikemukakan, (3) mengungkapkan ide awal.

2) Tahapan verifikasi data

Guru memberi kesempatan kepada siswa untuk mengajukan pertanyaan yang berkaitan dengan jawaban sementara (pertanyaan yang diajukan harus diungkapkan dengan jelas beserta jawaban semmentaranya) dari permasalahan dan guru menjawab dengan jawaban ya bila jawaban benar dan tidak bila salah sehingga siswa mampu mengidentifikasi dan merumuskan hipotesis yang tepat. Keterlibatan siswa pada tahap ini yaitu (1) mengidentifikasi masalah, (2) merumuskan masalah,(3) membuat hipotesis,dan (4) merancang eksperimen.

3) Mengadakan eksperimen dan pengumpulan data

Pada tahap ini siswa diajak melakukan eksperimen atau mengumpulkan data dari permasalahan yang ada. Peran siswa dalam tahap ini yaitu (1) melakukan eksperimen atau pengumpulan data, dan (2) melakukan kerjasama dalam mengumpulkan data.

4) Merumuskan Penjelasan

Guru mengajak siswa untuk melakukan analisis dan diskusi terhadap hasil yang diperoleh sehingga siswa mendapatkan konsep dan teori yang benar sesuai konsepsi ilmiah. Keterlibatan siswa dalam tahap ini adalah (1) melakukan diskusi,dan (2) menyimpulkan hasil pengumpulan data.

5) Mengadakan analisis inkuiri

Guru meminta kepada siswa untuk melakukan presentasi serta diberi kesempatan bertanya tentang apa saja yang berkaitan dengan informasi yang mereka yang diperolehnya. Jika perlu guru dapat memberikan latihan soal-soal.

Keterlibatan siswa dalam tahap ini yaitu (1) melakukan diskusi kelas (dapat juga dilakukan dengan cara presentasi), (2) aktif bertanya,dan (3) mengerjakan latihan soal.

f. Contoh Penerapan Model Latihan Inkuiri pada Pembelajaran

Perhatikan Alur Pembelajaran Rangkaian Listrik berikut ini.

Sintak Model Latihan Inkuiri	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi Waktu
Pendahuluan	<ul style="list-style-type: none"> • Apersepsi: Mengingatn tentang syarat agar arus listrik dapat mengalir • Motivasi: Bagaimana bentuk rangkaian listrik di rumah-rumah? • Kemudian guru menginformasikan/menuliskan Tujuan pembelajaran selama 2 jam pelajaran ini adalah belajar tentang “ Rangkaian Seri dan Paralel” • Siswa juga menerima informasi tentang penilaian yang akan dilakukan oleh guru mencakup penilaian Sikap, Pengetahuan dan Keterampilan yang berkaitan dengan pembelajaran Rangkaian Listrik 	5 menit
Kegiatan Inti		
Tahap 1 Berhadapan dengan Masalah	<p style="text-align: center;">Tahap Penyajian Masalah</p> <ul style="list-style-type: none"> • Guru menunjukkan rangkaian sederhana yang terdiri dari 3 buah lampu yang dirangkai seri dengan 2 buah baterai. Kemudian salah satu lampu diputar sehingga satu lampunya mati, • Demontrasi berikutnya guru mengubah rangkaian seri tadi menjadi rangkaian parallel (siswa ditugaskan untuk mengamati perbedaan nyala lampu). Kemudian salah satu lampunya juga diputar sampai mati). Siswa ditugaskan mengamati apa yang 	10 menit

	terjadi.	
Tahap 2 Pengumpulan data untuk Verifikasi	<p style="text-align: center;">Tahapan Verifikasi data</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru mengundang siswa untuk mengajukan pertanyaan dan jawaban sementara nya kepada guru mengenai permasalahan yang disajikan oleh guru dan pertanyaan siswa hanya akan dijawab oleh guru ya atau tidak 	10 menit
Tahap 3 Pengumpulan Data dalam Eksperimen	<p style="text-align: center;">Pengujian (Eksperimentasi)</p> <ul style="list-style-type: none"> Guru mengundang siswa untuk melakukan eksperimen dengan menggunakan LKS tentang rangkaian seri dan paralel yang telah disiapkan. 	25 menit
Tahap 4 Mengorganisir Merumuskan Penjelasan	<p style="text-align: center;">Merumuskan Penjelasan</p> <ul style="list-style-type: none"> Siswa melakukan diskusi kelompok Siswa menjawab pertanyaan dalam Lembar kerja untuk dapat mendapatkan kesimpulan 	10 menit
Tahap 5 Menganalisis Proses Inkuiri	<p style="text-align: center;">Analisis dari proses inkuiri</p> <ul style="list-style-type: none"> Siswa merefleksikan pemahaman mereka tentang proses inkuiri yang sudah dilakukan dengan cara melakukan diskusi kelas melalui presentasi kelompok Guru melacak dengan cara mengajukan pertanyaan – pertanyaan untuk memperoleh penjelasan dan akurasi 	10 menit
Penutup	<ul style="list-style-type: none"> Menarik Kesimpulan Uji Kompetensi Memberi tugas untuk pertemuan berikutnya 	10 menit

D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah Anda mempelajari materi ini, Anda dipersilakan melakukan aktivitas berikut.

1. Mengkaji Materi

Dalam aktivitas ini, Anda diminta secara mandiri untuk mengerjakan tugas membaca dengan teliti dan merangkumnya. Selanjutnya, secara kolaboratif diskusikanlah hasil pekerjaan Anda dengan rekan-rekan lainnya.

Lembar Kerja D.01

Mengkaji Materi Model-model Pembelajaran IPA dan Implementasinya

Tujuan : Melalui diskusi kelompok peserta diklat mampu menjelaskan model-model pembelajaran IPA dan implementasinya

Langkah Kegiatan :

- a. Pelajarilah topik model-model pembelajaran IPA dan implementasinya dari bahan bacaan pada modul ini, dan bahan bacaan lainnya!
- b. Diskusikan secara kelompok untuk mengidentifikasi konsep-konsep penting yang ada pada topik tersebut!
- c. Buatlah rangkuman materi tersebut dalam bentuk peta pikiran (*mind map*)!
- d. Presentasikanlah hasil diskusi kelompok Anda!
- e. Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!

2. Praktik

Praktik dapat dilakukan dengan mandiri atau kerjasama terutama pada saat diskusi dan membuat laporan hasil kerja kelompok. Laporan yang dikumpulkan merupakan hasil musyawarah mufakat bersama dan jika ada perbaikan menjadi tanggung jawab semua anggota kelompok.

Lembar Kerja D.02 Analisis Model Pembelajaran

Tujuan Kegiatan:

Melalui diskusi kelompok peserta mampu menganalisis topik-topik berdasarkan kompetensi dasar (KD) yang sesuai dengan model *Discovery Learning*, *Problem Based Learning*, *Project Based Learning*, dan *Latihan Inkuiri*.

Langkah Kegiatan:

1. Pelajari modul tentang model *Discovery Learning*, *Problem Based Learning*, *Project Based Learning* dan *Latihan Inkuiri*.
2. Siapkan dokumen kurikulum (KI-KD)
3. Pelajari lembar kerja analisis model pembelajaran.
4. Isilah Lembar Kerja analisis model pembelajaran dengan mencantumkan kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi dan topik/subtopik pada kolom yang tersedia.
5. Analisis topik mana yang sesuai menggunakan model *Discovery Learning*, *Problem Based Learning*, *Project Based Learning*, dan *Latihan Inkuiri*.
6. Tuliskan topik-topik tersebut dalam tabel.

Format Analisis

Mata Pelajaran :
Kelas :
Semester :

Kompetensi Dasar	Indikator	Topik/Sub Topik	Model Pembelajaran
1.			
2.			
3.			



Kegiatan Pembelajaran 1

Lembar Kerja D.03 Perancangan Model *Discovery Learning*

Tujuan Kegiatan: Melalui diskusi kelompok peserta mampu merancang pembelajaran menggunakan model *Discovery Learning*.

Rancanglah sebuah rancangan pembelajaran menggunakan model *Discovery Learning* dengan menggunakan format sebagai berikut.

Topik/Tema	
Subtopik	
Kompetensi Dasar	
Indikator	
Alokasi Waktu	

Sintak Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran
1. <i>Stimulation</i> (Stimulasi/Pemberian rangsangan)	
2. <i>Problem Statement</i> (Pertanyaan/Identifikasi masalah)	
3. <i>Data Collection</i> (Pengumpulan Data)	
4. <i>Data Processing</i> (Pengolahan Data)	
5. <i>Verification</i> (Pembuktian)	
6. <i>Generalization</i> (Menarik kesimpulan)	



Lembar Kerja D.04
Perancangan Model *Problem Based Learning*

Tujuan Kegiatan: Melalui diskusi kelompok peserta mampu merancang pembelajaran menggunakan model *Problem Based Learning*.

Rancanglah sebuah rancangan pembelajaran menggunakan model *Problem Based Learning* dengan menggunakan format sebagai berikut.

Topik/Tema	
Subtopik	
Kompetensi Dasar	
Indikator	
Alokasi Waktu	

Sintak Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran
FASE 1 Orientasi peserta didik pada masalah	
FASE 2 Mengorganisasi peserta didik dalam belajar	
FASE 3 Membimbing penyelidikan peserta didik secara mandiri maupun kelompok	
FASE 4 Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	
FASE 5 Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	



Kegiatan Pembelajaran 1

Lembar Kerja D.05 Perancangan Model *Project Based Learning*

Tujuan Kegiatan: Melalui diskusi kelompok peserta mampu merancang pembelajaran menggunakan model *Project Based Learning*.

Rancanglah sebuah rancangan pembelajaran menggunakan model *Project Based Learning* dengan menggunakan format sebagai berikut.

Topik/Tema	
Subtopik	
Kompetensi Dasar	
Indikator	
Alokasi Waktu	

Sintak Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran
1. Penentuan Pertanyaan Mendasar	
2. Menyusun perencanaan Proyek	
3. Menyusun Jadwal	
4. Monitoring	
5. Menguji Hasil	
6. Evaluasi Pengalaman	



Lembar Kerja D.06 Perancangan Model Latihan Inkuiri

Tujuan Kegiatan:

Melalui diskusi kelompok peserta mampu merancang pembelajaran menggunakan model Latihan Inkuiri.

Rancanglah sebuah rancangan pembelajaran menggunakan Model Latihan Inkuiri dengan menggunakan format sebagai berikut.

Topik/Tema	
Subtopik	
Kompetensi Dasar	
Indikator	
Alokasi Waktu	

Sintak Pembelajaran	Kegiatan Pembelajaran
1. Berhadapan dengan Masalah	
2. Pengumpulan data untuk Verifikasi	
3. Pengumpulan Data dalam Eksperimen	
4. Mengorganisir Merumuskan Penjelasan	
5. Menganalisis Proses Inkuiri	

E. Latihan / Kasus /Tugas

Latihan/Kasus/Tugas terdiri atas soal pilihan ganda. Soal pilihan ganda merupakan contoh yang dapat diadaptasi oleh Anda dalam mengembangkan soal sejenis, baik untuk penilaian formatif, sumatif, maupun ujian.

Soal Pilihan Ganda

Kerjakanlah soal secara mandiri dan teliti dengan cara memilih salah satu pilihan jawaban yang paling tepat.

1. Pernyataan berikut yang sesuai dengan konsep model pembelajaran *Discovery Learning*.
 - A. peserta didik terlibat dalam penggunaan proses mentalnya untuk menemukan beberapa konsep dan prinsip
 - B. peserta didik bekerja secara berkelompok untuk mencari solusi dari permasalahan dunia nyata
 - C. model pembelajaran yang melibatkan siswa dalam suatu kegiatan (proyek) yang menghasilkan suatu produk
 - D. sebagai wahana memahami permasalahan yang kompleks dan mengembangkan kemampuan melakukan insvestigasi
2. Pada model *discovery learning*, siswa memeriksa secara cermat untuk membuktikan benar atau tidaknya hipotesis yang ditetapkan dengan temuan alternatif, dihubungkan dengan hasil data yang telah diolah. Kegiatan ini dilakukan pada tahapan
 - A. memberikan rangsangan
 - B. membimbing penyelidikan secara mandiri maupun kelompok
 - C. pengolahan data
 - D. verifikasi
3. Berikut ini rancangan kegiatan pembelajaran pada model *discovery learning*.
 - 1) Peserta didik membaca literatur tentang “Sel Saraf pada Manusia”.
 - 2) Guru mengajak peserta didik untuk memukulkan sikutnya ke meja.
 - 3) Memeriksa secara cermat rumusan hipotesis; Mencocokkan rumusan

hipotesis tentang sel saraf pada manusia dengan informasi yang berhasil ditemukan; apakah sesuai atau tidak.

Kegiatan 1), 2) dan 3) secara berturut-turut termasuk sintaks

- A. *Stimulation, Problem statement, Data collection*
- B. *Problem statemen, Stimulation, Data processing*
- C. *Stimulation, Data collection, Verification*
- D. *Data collection, Stimulation, Verification*

4. Pernyataan berikut yang sesuai dengan konsep model pembelajaran *problem based learning*.

- A. peserta didik terlibat dalam penggunaan proses mentalnya untuk menemukan beberapa konsep dan prinsip
- B. peserta didik bekerja secara berkelompok untuk mencari solusi dari permasalahan dunia nyata
- C. model pembelajaran yang melibatkan siswa dalam suatu kegiatan (proyek) yang menghasilkan suatu produk
- D. sebagai wahana memahami permasalahan yang kompleks dan mengembangkan kemampuan melakukan insvestigasi

5. "*Membantu peserta didik dalam merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai seperti laporan, model dan berbagi tugas dengan teman*" merupakan penjabaran dari salah satu sintak model belajar berbasis masalah (PBL) yaitu

- A. Orientasi peserta didik kepada masalah
- B. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya
- C. Membimbing penyelidikan individu dan kelompok
- D. Menganalisa dan mengevaluasi proses pemecahan masalah



Kegiatan Pembelajaran 1

6. Pada RPP seorang guru terdapat langkah kegiatan:

Guru menunjukkan kepada peserta didik sebuah foto/gambar yang menunjukkan menumpuknya sampah di tepi jalan di tengah-tengah lingkungan padat penduduk. Kemudian peserta didik mengamati gambar yang ditunjukkan oleh guru dan diminta memberikan tanggapan dan pendapat terhadap gambar/foto yang diberikan. Guru memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menetapkan permasalahan dalam bentuk pertanyaan yang berhubungan dengan gambar yang diamati.

Langkah kegiatan tersebut merupakan deskripsi model PBL tahap

- A. penentuan pertanyaan mendasar
 - B. orientasi peserta didik pada masalah
 - C. mengorganisasi peserta didik dalam belajar
 - D. menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah
7. Pernyataan berikut yang tidak sesuai dengan konsep model pembelajaran *project based learning*.
- A. peserta didik terlibat dalam penggunaan proses mentalnya untuk menemukan beberapa konsep dan prinsip
 - B. peserta didik mendesain proses untuk menentukan solusi atas permasalahan atau tantangan yang diajukan guru
 - C. model pembelajaran yang melibatkan siswa dalam suatu kegiatan (proyek) yang menghasilkan suatu produk
 - D. sebagai wahana memahami permasalahan yang kompleks dan mengembangkan kemampuan melakukan insvestigasi
8. Pengajar dan siswa secara kolaboratif menyusun jadwal aktivitas dalam menyelesaikan proyek.
- Kegiatan ini dilakukan dalam model *project based learning* pada tahapan
- A. menyusun jadwal
 - B. mendesain perencanaan proyek
 - C. membimbing penyelidikan secara mandiri maupun kelompok
 - D. mengembangkan dan menyajikan hasil

9. Dalam proses pembelajaran yang menggunakan Model Latihan Inkuiri, siswa ditempatkan sebagai
 - A. subyek
 - B. obyek
 - C. peserta
 - D. pendukung

10. Pada tahap awal model latihan inkuiri yang bukan merupakan kegiatan keterlibatan siswa adalah....
 - A. Melakukan pengamatan terhadap masalah yang diberikan
 - B. Memberi respon positif pada masalah yang disajikan
 - C. Mengungkapkan ide awal
 - D. Mengidentifikasi masalah

F. Rangkuman

1. Model pembelajaran merupakan kerangka konseptual dan operasional pembelajaran yang memiliki nama, ciri, urutan logis, pengaturan, dan budaya.
2. Model pembelajaran *Discovery Learning* mengarahkan peserta didik untuk memahami konsep, arti, dan hubungan, melalui proses intuitif untuk akhirnya sampai kepada suatu kesimpulan. Penemuan konsep tidak disajikan dalam bentuk akhir, tetapi peserta didik didorong untuk mengidentifikasi apa yang ingin diketahui dan dilanjutkan dengan mencari informasi sendiri kemudian mengorganisasi atau mengkonstruksi apa yang mereka ketahui dan pahami dalam suatu bentuk akhir.
3. Sintaks model *discovery learning* meliputi: 1) *Stimulation* (Stimulasi/Pemberian rangsangan); 2) *Problem Statement* (Pertanyaan/Identifikasi masalah), 3) *Data Collection* (Pengumpulan



Kegiatan Pembelajaran 1

Data), 4) *Data Processing (Pengolahan Data)*, 5) *Verification (Pembuktian)*, 6) *Generalization (Menarik kesimpulan)*

4. Pembelajaran berbasis masalah merupakan sebuah model pembelajaran yang menyajikan berbagai permasalahan nyata dalam kehidupan sehari-hari siswa (bersifat kontekstual) sehingga merangsang siswa untuk belajar. Masalah yang diberikan ini digunakan untuk mengikat siswa pada rasa ingin tahu pada pembelajaran yang dimaksud. Masalah diberikan kepada siswa, sebelum siswa mempelajari konsep atau materi yang berkenaan dengan masalah yang harus dipecahkan.



5. Sintaks model *problem based learning* meliputi: Fase 1) Orientasi peserta didik pada masalah, Fase 2) Mengorganisasi peserta didik dalam belajar, Fase 3) Membimbing penyelidikan peserta didik secara mandiri maupun kelompok, Fase 4) Mengembangkan dan menyajikan hasil karya, Fase 5) Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah.
6. Pembelajaran Berbasis Proyek (*Project Based Learning/PjBL*) adalah model pembelajaran yang menggunakan proyek/kegiatan sebagai inti pembelajaran. Siswa melakukan eksplorasi, penilaian, interpretasi, sintesis, dan informasi untuk menghasilkan berbagai bentuk hasil belajar.
7. Pembelajaran Berbasis Proyek merupakan model belajar yang menggunakan masalah sebagai langkah awal dalam mengumpulkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru berdasarkan pengalamannya dalam beraktifitas secara nyata.
8. Sintaks model *project based learning* meliputi: 1) Penentuan pertanyaan mendasar, 2) Menyusun perencanaan proyek, 3) Menyusun jadwal, 4) Monitoring, 5) Menguji hasil, 6) Evaluasi pengalaman.
9. Langkah pembelajaran inkuiri, pada dasarnya merupakan suatu siklus yang dimulai dari: 1) Guru menyajikan permasalahan, 2) Siswa mengajukan pertanyaan dan kemungkinan jawabannya, 3) tentang masalah yang disajikan, 4) mengumpulkan data berkait dengan pertanyaan yang diajukan, 5) Melakukan eksperimen, 6) Merumuskan kesimpulan-kesimpulan berdasarkan data.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan secara mandiri, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban. Jika Anda memperkirakan bahwa 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.

H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus

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

Evaluasi

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat.

1. Perhatikan langkah-langkah pembelajaran berikut.
 - (1) Orientasi peserta didik pada masalah
 - (2) Pemberian rangsangan/stimulasi
 - (3) Menyusun Jadwal
 - (4) Membimbing penyelidikan secara mandiri maupun kelompok
 - (5) Pembuktian
 - (6) Menguji Hasil
 - (7) Menarik kesimpulan
 - (8) Mengembangkan dan menyajikan hasil karya

Langkah-langkah dalam pembelajaran *discovery learning* adalah

- A. 4 dan 7
 - B. 5 dan 7
 - C. 2 dan 6
 - D. 1 dan 4
2. Berikut ini terdapat beberapa Kompetensi Dasar (KD) IPA dan indikatornya. Kompetensi Dasar yang kurang sesuai dilaksanakan dengan model *discovery learning* adalah

	Kompetensi Dasar
A.	<p>3.1 Memahami gerak lurus, dan pengaruh gaya terhadap gerak berdasarkan Hukum Newton, serta penerapannya pada gerak makhluk hidup dan gerak benda dalam kehidupan sehari-hari.</p> <p>4.1 Melakukan penyelidikan tentang gerak, gerak pada makhluk hidup, dan percobaan tentang pengaruh gaya terhadap gerak.</p> <p>Indikator Pencapaian Kompetensi:</p>

	<p>3.1.1 Menjelaskan pengertian gerak lurus</p> <p>3.1.2 Menjelaskan hukum I Newton</p> <p>3.1.3 Menjelaskan hukum II Newton</p> <p>3.1.4 Menjelaskan hukum III Newton</p> <p>4.1.1 Membuat laporan tentang hukum I,II,III newton</p>
B.	<p>3.8 Mendeskripsikan penerapan bioteknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan</p> <p>4.8 Menyajikan hasil penyelidikan, ide-ide, atau penelusuran informasi tentang penerapan bioteknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia</p> <p>Indikator Pencapaian Kompetensi:</p> <p>3.8.1 Menjelaskan pengertian bioteknologi</p> <p>3.8.2 Menyebutkan contoh bioteknologi</p>
C.	<p>3.8 Mendeskripsikan penerapan bioteknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan</p> <p>4.8 Menyajikan hasil penyelidikan, ide-ide, atau peneluran informasi tentang penerapan bioteknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan</p> <p>Indikator Pencapaian Kompetensi:</p> <p>3.8.1 Menjelaskan cara pembuatan yogurt</p> <p>4.8.1 Membuat yogurt</p>
D.	<p>3.3 Mendeskripsikan penyebab perkembangan penduduk dan dampaknya bagi lingkungan</p> <p>4.3 Menyajikan hasil penelusuran informasi tentang perkembangan penduduk dan dampaknya bagi lingkungan</p> <p>Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)</p> <p>3.3.1 Menjelaskan penyebab perkembangan penduduk</p> <p>3.3.2 Menyebutkan jenis-jenis pencemaran lingkungan</p>

	akibat perkembangan penduduk. 4.3.1 Membuat makalah tentang jenis-jenis pencemaran lingkungan
--	--

3. Perhatikan langkah-langkah pembelajaran berikut.

- (1) Orientasi peserta didik pada masalah
- (2) Pemberian rangsangan/stimulasi
- (3) Menyusun Jadwal
- (4) Membimbing penyelidikan secara mandiri maupun kelompok
- (5) Pembuktian
- (6) Menguji Hasil
- (7) Menarik kesimpulan
- (8) Mengembangkan dan menyajikan hasil karya

Langkah-langkah dalam pembelajaran *problem based learning* adalah

- A. 4 dan 7
- B. 5 dan 7
- C. 2 dan 6
- D. 1 dan 4

4. Berikut ini terdapat beberapa Kompetensi Dasar (KD) IPA dan indikatornya. Kompetensi Dasar yang paling sesuai dilaksanakan dengan model *problem based learning* adalah

	Kompetensi Dasar
A.	3.1 Memahami gerak lurus, dan pengaruh gaya terhadap gerak berdasarkan Hukum Newton, serta penerapannya pada gerak makhluk hidup dan gerak benda dalam kehidupan sehari-hari. 4.1 Melakukan penyelidikan tentang gerak, gerak pada makhluk hidup, dan percobaan tentang pengaruh gaya terhadap gerak.

	<p>Indikator Pencapaian Kompetensi:</p> <p>3.1.1 Menjelaskan pengertian gerak lurus 3.1.2 Menjelaskan hukum I Newton 3.1.3 Menjelaskan hukum II Newton 3.1.4 Menjelaskan hukum III Newton 4.1.1 Membuat laporan praktikum pengaruh gaya terhadap gerak</p>
B.	<p>3.8 Mendeskripsikan penerapan bioteknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan</p> <p>4.8 Menyajikan hasil penyelidikan, ide-ide, atau peneluran informasi tentang penerapan bioteknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan</p> <p>Indikator Pencapaian Kompetensi:</p> <p>3.8.1 Menjelaskan pengertian bioteknologi 3.8.2 Menyebutkan contoh bioteknologi</p>
C.	<p>3.8 Mendeskripsikan penerapan bioteknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan</p> <p>4.8 Menyajikan hasil penyelidikan, ide-ide, atau peneluran informasi tentang penerapan bioteknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan</p> <p>Indikator Pencapaian Kompetensi:</p> <p>3.8.1 Menjelaskan cara pembuatan yogurt 4.8.1 Membuat yogurt</p>
D.	<p>3.3 Mendeskripsikan penyebab perkembangan penduduk dan dampaknya bagi lingkungan</p> <p>4.3 Menyajikan hasil penelusuran informasi tentang perkembangan penduduk dan dampaknya bagi lingkungan</p>

	<p>Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)</p> <p>3.3.1 Menjelaskan penyebab perkembangan penduduk</p> <p>3.3.2 Mendeskripsikan pengaruh jumlah penduduk dengan jumlah sampah yang dihasilkan</p> <p>4.3.1 Membuat laporan tentang pengaruh jumlah penduduk terhadap jumlah sampah yang dihasilkan</p>
--	--

5. Perhatikan langkah-langkah pembelajaran berikut.

- (1) Orientasi peserta didik pada masalah
- (2) Pemberian rangsangan/stimulasi
- (3) Menyusun Jadwal
- (4) Membimbing penyelidikan secara mandiri maupun kelompok
- (5) Pembuktian
- (6) Menguji Hasil
- (7) Menarik kesimpulan
- (8) Mengembangkan dan menyajikan hasil karya

Langkah-langkah dalam pembelajaran *project based learning* adalah

- A. 3 dan 7
- B. 1 dan 7
- C. 3 dan 8
- D. 3 dan 6

6. Berikut ini terdapat beberapa Kompetensi Dasar (KD) IPA dan indikatornya. Kompetensi Dasar yang paling sesuai dilaksanakan dengan model *project based learning* adalah

	Kompetensi Dasar
A.	<p>3.1 Memahami gerak lurus, dan pengaruh gaya terhadap gerak berdasarkan Hukum Newton, serta penerapannya pada gerak makhluk hidup dan gerak benda dalam kehidupan sehari-hari.</p> <p>4.1 Melakukan penyelidikan tentang gerak, gerak pada makhluk</p>

	<p>hidup, dan percobaan tentang pengaruh gaya terhadap gerak.</p> <p>Indikator Pencapaian Kompetensi:</p> <p>3.1.5 Menjelaskan pengertian gerak lurus</p> <p>3.1.6 Menjelaskan hukum I Newton</p> <p>3.1.7 Menjelaskan hukum II Newton</p> <p>3.1.8 Menjelaskan hukum III Newton</p> <p>3.1.9 Membuat laporan tentang hukum I,II,III newton</p>
B.	<p>3.8 Mendeskripsikan penerapan bioteknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan</p> <p>4.8 Menyajikan hasil penyelidikan, ide-ide, atau peneluran informasi tentang penerapan bioteknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan</p> <p>Indikator Pencapaian Kompetensi:</p> <p>3.8.1 Menjelaskan pengertian bioteknologi</p> <p>3.8.2 Menyebutkan contoh bioteknologi</p>
C.	<p>3.8 Mendeskripsikan penerapan bioteknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan</p> <p>4.8 Menyajikan hasil penyelidikan, ide-ide, atau peneluran informasi tentang penerapan bioteknologi dalam mendukung kelangsungan hidup manusia melalui produksi pangan</p> <p>Indikator Pencapaian Kompetensi:</p> <p>3.8.3 Menjelaskan cara pembuatan yogurt</p> <p>4.8.1 Membuat yogurt</p>
D.	<p>3.3 Mendeskripsikan penyebab perkembangan penduduk dan dampaknya bagi lingkungan</p> <p>4.3 Menyajikan hasil penelusuran informasi tentang</p>

	<p>perkembangan penduduk dan dampaknya bagi lingkungan</p> <p>Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)</p> <p>4.3.1. Menjelaskan penyebab perkembangan penduduk</p> <p>4.3.2. Mendeskripsikan pengaruh jumlah penduduk dengan jumlah sampah yang dihasilkan</p>
--	--

7. Pada RPP seorang guru terdapat langkah kegiatan:
- Peserta membuat aturan penyelesaian proyek, misalnya mengenai Kegiatan dilakukan secara berkelompok, Waktu kegiatan melakukan tugas merancang lembar kerja dan waktu melaksanakan proses perancangan bel listrik, Tempat melakukan tugas proyek (di sekolah atau di rumah seorang peserta didik), Berupa apa, darimana diperolehnya alat-alat, bahan yang diperlukan; dan Waktu membuat laporan proyek.*
- Langkah kegiatan tersebut pada model pembelajaran berbasis proyek merupakan kegiatan pada tahap
- penentuan pertanyaan mendasar
 - mendesain perencanaan proyek
 - menyusun jadwal
 - mengevaluasi pengalaman
8. Langkah awal model latihan inkuiri dalam proses pembelajaran adalah
- merumuskan masalah
 - menyajikan masalah
 - merumuskan hipotesis
 - menggumpulkan data



Evaluasi

9. Pada tahap ke dua Model Latihan Inkuiri yang bukan merupakan kegiatan keterlibatan siswa adalah....
- A. mengungkapkan ide awal
 - B. merumuskan masalah
 - C. membuat hipotesis
 - D. merancang eksperimen
10. Pada tahap ke empat model latihan inkuiri kegiatan keterlibatan siswa adalah ...
- A. merumuskan masalah
 - B. membuat hipotesis
 - C. melakukan eksperimen
 - D. merumuskan penjelasan

Penutup

Demikian telah kami susun Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Kelompok Kompetensi D untuk guru IPA SMP. Modul ini diharapkan dapat membantu Anda meningkatkan pemahaman terhadap materi Model-model Pembelajaran IPA dan Implementasinya. Selanjutnya, pemahaman ini dapat Anda implementasikan dalam pembelajaran di sekolah masing-masing agar tercapai pembelajaran yang berkualitas.

Materi dalam modul ini tidak terlalu sulit untuk dipelajari sehingga mudah dipahami. Modul ini berisikan konsep-konsep inti dan petunjuk-petunjuk praktis dalam pelaksanaan Model-model Pembelajaran IPA dan Implementasinya dengan bahasa yang mudah dipahami. Anda dapat mempelajari materi dan berlatih melalui berbagai aktivitas, tugas, latihan, dan soal-soal yang telah disajikan.

Bagi Anda yang menggunakan modul ini dalam pelaksanaan moda tatap muka kombinasi (*in-on-in*), Anda masih perlu menyelesaikan beberapa kegiatan pembelajaran secara mandiri ataupun kolaboratif bersama rekan guru di sekolah masing-masing (*on the job learning*). Adapun pembelajaran mandiri yang perlu Anda lakukan adalah mengerjakan lembar kerja:

1. LK.D.01 Mengkaji Materi Model-model Pembelajaran IPA dan Implementasinya
2. LK.D.02 Analisis Model Pembelajaran
3. LK.D.03. Perancangan Model *Discovery Learning*
4. LK.D.04. Perancangan Model *Problem Based Learning*
5. LK.D.05. Perancangan Model *Project Based Learning*
6. LK D.06. Perancangan Model Latihan Inquiri



Penutup

Selain itu, Anda melaksanakan latihan soal pilihan ganda, dan latihan membuat soal. Produk pembelajaran yang telah Anda hasilkan selama *on the job learning* akan menjadi tagihan yang akan dipresentasikan dan dikonfirmasi pada kegiatan tatap muka kedua (*in-2*).

Akhirnya, tak ada gading yang tak retak, begitu pula dengan modul ini yang masih terus dikembangkan untuk mencapai taraf kualitas sempurna. Oleh karena itu, saran-saran yang konstruktif dan membangun sangat kami harapkan untuk perbaikan lebih lanjut. Sekian dan terima kasih, semoga sukses, dan mendapat rida-Nya.



Daftar Pustaka

- B Weil, Joice & Showers , (1992). *Models of Teaching*. Fourth Edition. United States of America: A Division of Simon & Schuster, Inc.
- Giancoli, D C, (1991). *Physycs-Principles with Applications*. Third ed, USA: New Jercey: Prentice-Hall International
- Noeraida. 2015. Modul Pelatihan Implementasi Kurikulum 2013 untuk SMP/MTs. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Tobing, L Tobing. (1981). *Model Latihan Inkuari*. Makalah Pada Penataran Lokakarya P3G. Jakarta. Depdikbud
- Rowe, M. B., (1978). *Teaching Science As Continuous Inquiry*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Saraswati, Laksmi (2003). *Upaya Meningkatkan Keberanian Siswa SMP untuk Mengajukan Pertanyaan dan Mengemukakan Gagasan*. Bandung. pps UPI. Tidak diterbitkan
- Saraswati, Laksmi (2011). *Pembelajaran Konsep Listrik Dinamis dengan Model Latihan Inkuari*. Bandung: Pusat Pendidikan Pendidik dan Tenaga Pendidik IPA.

Glosarium

<i>Discovery Learning</i>	pembelajaran penemuan, model pembelajaran yang menekankan siswa untuk menemukan konsep atau prinsip yang sebelumnya tidak diketahui; memahami konsep, arti, dan hubungan, melalui proses intuitif untuk akhirnya sampai kepada suatu kesimpulan.
Indikator Pencapaian Kompetensi	<ul style="list-style-type: none"> - perilaku yang dapat diukur dan/atau diobservasi untuk kompetensi dasar (KD) pada kompetensi inti (KI)-3 dan KI-4; - perilaku yang dapat diobservasi untuk disimpulkan sebagai pemenuhan KD pada KI-1 dan KI-2, yang kedua-duanya menjadi acuan penilaian mata pelajaran.
Kompetensi Dasar	kemampuan dan muatan pembelajaran untuk suatu mata pelajaran pada Sekolah Menengah Pertama/ Madrasah Tsanawiyah yang mengacu pada Kompetensi Inti.
Kompetensi Inti	merupakan tingkat kemampuan untuk mencapai Standar Kompetensi Lulusan yang harus dimiliki seorang peserta didik Sekolah Menengah Pertama/ Madrasah Tsanawiyah pada setiap tingkat kelas.
Model Latihan Inkuiri	model pembelajaran yang membelajarkan siswa tentang suatu proses untuk menginvestigasi dan menjelaskan suatu fenomena alam.
<i>Problem Based Learning</i>	pembelajaran berbasis masalah; suatu model pembelajaran yang menantang peserta didik untuk “belajar bagaimana belajar”, bekerja secara berkelompok untuk mencari solusi dari permasalahan dunia nyata.
<i>Project Based Learning</i>	Pembelajaran Berbasis Proyek; model pembelajaran yang melibatkan siswa dalam suatu kegiatan (proyek) yang menghasilkan suatu produk.

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN



Kelompok
Kompetensi

PROFESIONAL

Gaya dan Gerak, Serta
Pemisahan Campuran



Edisi
Revisi
2017



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017

**MODUL
PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN**

**MATA PELAJARAN
ILMU PENGETAHUAN ALAM (IPA)
SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)
TERINTEGRASI PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER
DAN PENGEMBANGAN SOAL**

KELOMPOK KOMPETENSI D

**PROFESIONAL
GAYA DAN GERAK, SERTA PEMISAHAN CAMPURAN**

Penulis:

Arief Husein Maulani, M.Si. (maula02@yahoo.com)
Dadan Muslih, Drs., M.T. (teratai_putih@ymail.com)
Dewi Vestari, M.Pd. (dewivestari@gmail.com)
Mohammad Syarif, Drs., M.Si. (syarifp4tkipa@gmail.com)
Muhamad Yani, Dr., M.Sc.Ed. (yani.edu@gmail.com)
Rella Turella, Dra., M.Pd. (rellaturela@yahoo.com)
Sumarni Setiasih, S.Si., M.Pkim. (nip4tkipa@gmail.com)
Yanni Puspitaningsih, M.Si. (iko_yanni@yahoo.com)
Zaenal Arifin, M.Si. (zaenal.p4tkipa@gmail.com)

Penelaah:

Iyon Suyana, Drs., M.Pd.
Mimin Nurjhani K., Dr., M.Pd.
Shrie Laksmi Saraswati, Dra., M.Pd.
Wahyu Sopandi, Dr., M.Si.

Penyunting:

Abdul Kodir, M.Pd.

Desain Grafis dan Ilustrasi

Tim Desain Grafis

Copyright © 2017

Direktorat Pembinaan Guru Pendidikan Dasar
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

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

Daftar Isi

	Hal.
Kata Sambutan	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	iii
Daftar Gambar	v
Daftar Tabel	viii
Pendahuluan	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup	4
E. Saran Cara Penggunaan Modul	5
Kegiatan Pembelajaran 1 Struktur Tumbuhan dan Fungsinya	11
A. Tujuan	11
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	12
C. Uraian Materi	12
D. Aktivitas Pembelajaran	34
E. Latihan / Kasus /Tugas	38
F. Rangkuman	40
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	41
H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus.....	42
Kegiatan Pembelajaran 2 Gaya dan Gerak	43
Kegiatan Pembelajaran 2.1 Kinematika: GLB dan GLBB	43
A. Tujuan	44
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	44
C. Uraian Materi	44
D. Aktivitas Pembelajaran	51
E. Latihan / Kasus /Tugas	65
F. Rangkuman	68
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	69
H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus.....	69
Kegiatan Pembelajaran 2.2 : Dinamika: Gaya Dan Gerak.....	72
A. Tujuan	73
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	73
C. Uraian Materi	73
D. Aktivitas Pembelajaran	77



E. Latihan / Kasus /Tugas	86
F. Rangkuman	90
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	90
H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus	91
Kegiatan Pembelajaran 3 Pemisahan Campuran	97
A. Tujuan.....	97
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	97
C. Uraian Materi	98
D. Aktivitas Pembelajaran	109
E. Latihan / Kasus /Tugas	122
F. Rangkuman	125
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	125
H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus	126
Kegiatan Pembelajaran 4 Pesawat Sederhana	127
A. Tujuan.....	128
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	128
C. Uraian Materi	128
D. Aktivitas Pembelajaran	156
E. Latihan / Kasus /Tugas	174
F. Rangkuman	176
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	179
H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus	179
Kegiatan Pembelajaran 5 Gerak dan Sistem Gerak Pada Mahluk Hidup	181
A. Tujuan.....	182
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	182
C. Uraian Materi	183
D. Aktivitas Pembelajaran	217
E. Latihan / Kasus /Tugas	222
F. Rangkuman	225
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	226
H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus	226
Penutup	227
Evaluasi.....	227
Glosarium.....	235
Daftar Pustaka	239
Lampiran	243



Daftar Gambar

	Hal.
Gambar 1. Alur Strategi Pelaksanaan Pembelajaran Tatap Muka.....	5
Gambar 2. Alur Pembelajaran Tatap Muka Penuh.....	6
Gambar 3. Alur Pembelajaran Tatap Muka Kombinasi (in-on-in).....	8
Gambar 4. Struktur Sel Tumbuhan (sumber: Reece, J.B., et.al., 2014).....	13
Gambar 5. Jaringan-jaringan pada penampang melintang akar	14
Gambar 6. Letak meristem apikal pada ujung akar dan ujung batang	16
Gambar 7. Meristem interkalar pada batang rumput-rumputan	17
Gambar 8. Jaringan pada daun dengan sel-sel epidermis.....	18
Gambar 9. Jaringan parenkim.....	19
Gambar 10. Jaringan kolenkim pada batang <i>Helianthus annuus</i>	20
Gambar 11. Jaringan sklerenkim.....	20
Gambar 12. Sel Serabut dan Sklereid.....	21
Gambar 13. Skema jaringan pengangkut.....	22
Gambar 14. Sel trakeid dan trakea.....	23
Gambar 15. Sel-sel floem.....	24
Gambar 16. Jaringan gabus.....	25
Gambar 17. Bagian-bagian akar tumbuhan	26
Gambar 18. Penampang melintang batang dikotil (kiri) dan monokotil (kanan)..	28
Gambar 19. Fenomena gutasi, butiran air tampak bermunculan di sepanjang tepi daun	29
Gambar 20. Bagian-bagian bunga lengkap.....	30
Gambar 21. Berbagai jenis bentuk buah yang memiliki struktur tertentu untuk penyebaran tumbuhan dengan bantuan angin.....	31
Gambar 22. Berbagai jenis bentuk buah yang memiliki struktur tertentu untuk penyebaran tumbuhan dengan bantuan binatang.....	32
Gambar 23. Velcro, suatu alat untuk menempelkan dua sisi kain, satu sisi memiliki pengait, sisi yang lain berupa benang halus melingkar.....	33
Gambar 24. Pemain Sepak Bola	43
Gambar 25. Grafik GLB.....	46
Gambar 26. Grafik GLBB Dipercepat.....	47
Gambar 27. Grafik GLBB Diperlambat.....	47
Gambar 28. Komponen-Komponen Kecepatan Bola pada Sumbu X dan Y	50
Gambar 29. Tendangan Pemain Sepak Bola.....	72
Gambar 30. Proses Penyaringan	99
Gambar 31. Teknik Kristalisasi melalui penguapan	100
Gambar 32. Proses Sublimasi Kapurbarus	100
Gambar 33. Proses Sublimasi iodium	101
Gambar 34. Destilasi.....	102

Gambar 35. Teknik Pemisahan dengan kromatografi	105
Gambar 36. Destilasi bertingkat	107
Gambar 37. Usaha yang Dilakukan Gaya pada Bidang Datar	129
Gambar 38. Usaha yang Dilakukan Gaya Membentuk Sudut Tertentu.....	130
Gambar 39. Usaha yang Dilakukan Gaya Membentuk Sudut 900	131
Gambar 40. Usaha yang Dilakukan Gaya Membentuk Sudut 1800	131
Gambar 41. pesawat sederhana	132
Gambar 42. Memindahkan drum dengan cara diangkat dan menggunakan bidang miring	133
Gambar 43. Mengangkat peti /balok dengan bantuan bidang miring	134
Gambar 44. Papan memberikan gaya gesekan sebesar G pada balok, arahnya ke bawah	137
Gambar 45. Perbandingan gaya H yang harus dilawan. Gaya H sebelah kiri lebih kecil daripada gaya H sebelah kanan yang harus dilawan.....	138
Gambar 46. Bidang Miring (pesawat sederhana	139
Gambar 47. Bidang miring dengan komponen beban dan gaya masukan.....	143
Gambar 48. Baji digunakan sebagai alat pemotong dan pencokel/penggeser .	145
Gambar 49. Berbagai jenis baji	145
Gambar 50. Baji putar dengan penampang lintang pada mesin kendaraan	146
Gambar 51. Beberapa jenis baul, sekrup dan dongkrak sekrup	147
Gambar 52. Desain dan Alat Sekrup	148
Gambar 53. Jenis pengungkit dengan titik tumpu, titik kuasa, dan beban	149
Gambar 54. Pengungkit dengan titik tumpu berada di antara titik kuasa dan titik beban.....	151
Gambar 55. Pengungkit dengan beban berada di antara titik tumpu dan kuasa	151
Gambar 56. Pengungkit dengan titik kuasa berada di antara titik beban dan titik kuasa	152
Gambar 57. Puli tunggal	152
Gambar 58. Bagian dari katrol tunggal	153
Gambar 59. Puli ganda dengan jumlah katrol 4	154
Gambar 60. Berbagai jenis mesin masa kini (pesawat tidak sederhana).....	155
Gambar 61. Tuas dengan titik tumpu, titik kuasa, dan titik beban	158
Gambar 62. Skema efisiensi tuas (dK =jarak kuasa, dB =jarak beban)	158
Gambar 63. Katrol tunggal dengan arah gaya.....	159
Gambar 64. Jenis-jenis pengungkit	166
Gambar 65. Gerak tigmotropi pada sulur tanaman <i>Cucurbita</i> sp.	186
Gambar 66. Daun <i>Mimosa pudica</i> pada saat sebelum dan sesudah disentuh .	187
Gambar 67. membuka menutupnya daur Bauhinia sp karena sentuhan cahaya	188
Gambar 68. Struktur tubuh porifera	191
Gambar 69. Struktur tubuh ctenophora	192
Gambar 70. Kerjasama antara Rangka dan Otot Menghasilkan Gerakan	196
Gambar 71. Struktur tulang pipa.....	198

Gambar 72. Struktur tulang pendek	199
Gambar 73. Struktur tulang pipih.....	199
Gambar 74. Tulang tidak beraturan	200
Gambar 75. Tulang sesamoid	200
Gambar 76. Tulang sutura	201
Gambar 77. Tulang kompak dan tulang spon	201
Gambar 78. Sendi engsel.....	205
Gambar 79. Sendi putar (Sumber: Setiawan, 2007)	205
Gambar 80. Sendi pelana	206
Gambar 81. Sendi peluru	206
Gambar 82. Macam-macam otot pada tubuh manusia	207
Gambar 83. Struktur otot.....	208
Gambar 84. Sarkomer pada otot.....	209
Gambar 85. Aktin dan miosin dalam sel otot (Sumber : Campbell, 2002).....	209
Gambar 86. Filamen aktin dan miosin yang saling meluncur.....	210
Gambar 87. Macam-macam gangguan pada tulang	211



Daftar Tabel

	Hal.
Tabel 1. Kompetensi Guru Mata Pelajaran dan Indikator Pencapaian Kompetensi	2
Tabel 2. Daftar Lembar Kerja Modul KK D untuk Tatap Muka Kombinasi.....	9
Tabel 3. Kisi-kisi Ujian Nasional SMP/MTs – Ilmu Pengetahuan Alam	243



Pendahuluan

A. Latar Belakang

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

Modul pengembangan keprofesian berkelanjutan yang berjudul “Gaya dan Gerak serta Pemisahan Campuran” merupakan modul untuk kompetensi perofesional guru pada Kelompok Kompetensi D (KK D). Materi pada modul dikembangkan berdasarkan kompetensi profesional guru pada Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007.

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

Pada bagian pendahuluan modul diinformasikan tujuan secara umum yang harus dicapai oleh guru setelah mengikuti diklat, Peta Kompetensi yang harus dikuasai guru pada KK D, Ruang Lingkup, dan Cara Penggunaan Modul. Setelah guru

Pendahuluan

mempelajari modul ini diakhiri dengan Evaluasi untuk mengetahui pemahaman profesional guru terhadap materi.

B. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini secara mandiri, disiplin dan penuh tanggung jawab, Anda diharapkan dapat memahami materi kompetensi mata pelajaran IPA yang terdiri atas Struktur Tumbuhan dan Fungsinya, Gaya dan Gerak, Pesawat Sederhana, Sistem Gerak pada Manusia, dan Pemisahan Campuran.

C. Peta Kompetensi

Kompetensi inti yang diharapkan setelah guru belajar dengan modul ini adalah menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu. Kompetensi Guru Mata Pelajaran dan Indikator Pencapaian Kompetensi yang diharapkan tercapai melalui belajar dengan modul ini adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Kompetensi Guru Mata Pelajaran dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Guru Mapel	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
20.1 Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori IPA serta penerapannya secara fleksibel.	<ul style="list-style-type: none">• Mengidentifikasi macam-macam jaringan pada tumbuhan.• Mengaitkan antara struktur jaringan-jaringan pada tumbuhan beserta fungsinya.• Menjelaskan struktur dan fungsi organ-organ pada tumbuhan.• Menganalisis jaringan meristem pada preparat kering batang, akar, dan daun tumbuhan.• Menganalisis jaringan dasar pada preparat kering batang, akar, dan daun tumbuhan• Menganalisis jaringan penyokong pada preparat kering batang, akar, dan daun tumbuhan.• Menganalisis jaringan pengangkut pada preparat kering batang, akar, dan daun tumbuhan.• Mengidentifikasi teknologi yang terinspirasi oleh struktur tumbuhan.
20.1 Memahami konsep-konsep, hukum-	<ul style="list-style-type: none">• Menjelaskan pengertian gerak• Membedakan laju dan kecepatan

Kompetensi Guru Mapel	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
hukum, dan teori-teori IPA serta penerapannya secara fleksibel.	<ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis grafik GLB (Gerak Lurus Beraturan) • Menentukan besar kecepatan rata-rata suatu benda • Menentukan percepatan suatu benda • Menentukan kecepatan gerak benda dengan percepatan • Menghitung jarak tempuh suatu benda pada GLBB (Gerak Lurus Berubah Beraturan) • Menganalisis grafik gerak lurus berubah beraturan • Menentukan waktu tempuh gerak benda dengan percepatan • Menjelaskan gaya • Menjelaskan hukum II Newton • Mengaplikasikan hukum kedua Newton • Menganalisis Hukum Newton II • Menganalisis pengaruh gaya pada gerak benda • Membedakan antara berat dan massa
20.1 Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori IPA serta penerapannya secara fleksibel.	<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan prinsip-prinsip dasar pemisahan campuran pada setiap metode pemisahan berdasarkan percobaan. • Menjelaskan cara pemisahan campuran pada setiap metode pemisahan campuran. • Mempraktikkan pemisahan campuran dengan metode filtrasi, kristalisasi, sublimasi, destilasi, dan kromatografi. • Mengidentifikasi contoh pemanfaatan pemisahan campuran dalam kehidupan sehari-hari
20.1 Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori IPA serta penerapannya secara fleksibel.	<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan pengertian usaha • Menjelaskan hubungan usaha, gaya dan perpindahan • Menjelaskan pengertian pesawat sederhana • Menjelaskan berbagai jenis pesawat sederhana • Menjelaskan keuntungan bidang miring • Menjelaskan keuntungan roda • Menjelaskan keuntungan pengungkit • Menjelaskan keuntungan katrol • Mendeskripsika penerapan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari
20.1 Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan	<ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi gerak pada makhluk hidup • Mendeskripsikan struktur tulang pada

Kompetensi Guru Mapel	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
teori-teori IPA serta penerapannya secara fleksibel.	manusia <ul style="list-style-type: none"> • Mendeskripsikan struktur otot pada manusia • Menjelaskan fungsi rangka sebagai penyusun sistem gerak pada manusia • Menjelaskan fungsi otot sebagai penyusun sistem gerak pada manusia • Menjelaskan mekanisme kontraksi otot pada manusia • Mendeskripsikan hubungan antar tulang yang membentuk berbagai persendian • Mengidentifikasi berbagai gangguan atau penyakit pada sistem gerak manusia. • Mengidentifikasi upaya menjaga kesehatan rangka.

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi pada Modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian pendahuluan, kegiatan pembelajaran, evaluasi dan penutup. Bagian pendahuluan berisi paparan tentang latar belakang modul kelompok kompetensi D, tujuan belajar, kompetensi guru yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, ruang lingkup dan saran penggunaan modul. Bagian kegiatan pembelajaran berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik dan Tindak Lanjut. Bagian akhir terdiri dari Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi dan Penutup.

Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut.

1. Struktur Tumbuhan dan Fungsinya
2. Gaya dan Gerak
3. Pemisahan Campuran
4. Pesawat Sederhana
5. Gerak dan Sistem Gerak pada Makhluk Hidup

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Secara umum, cara penggunaan modul pada setiap aktivitas pembelajaran disesuaikan dengan skenario setiap penyajian mata diklat. Modul ini dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran, baik untuk moda tatap muka penuh, maupun moda tatap muka kombinasi (*in-on-in*). Langkah-langkah belajar secara umum adalah sebagai berikut.



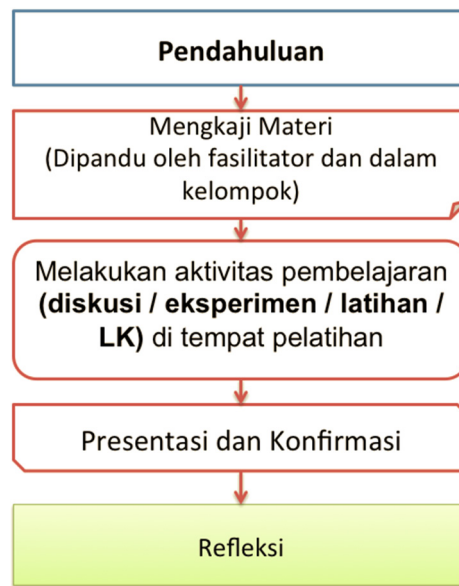
Gambar 1. Alur Strategi Pelaksanaan Pembelajaran Tatap Muka

Berdasarkan gambar di atas, terdapat dua alur pelaksanaan kegiatan diklat, yaitu diklat tatap muka penuh dan kombinasi. Deskripsi kedua jenis diklat tersebut terdapat pada penjelasan berikut ini.

1. Deskripsi Kegiatan Diklat Tatap Muka Penuh

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

Pendahuluan



Gambar 2. Alur Pembelajaran Tatap Muka Penuh

a. Pendahuluan

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

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

b. Mengkaji materi diklat

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

c. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini guru melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul, baik bagian 1. Diskusi Materi, 2. Praktik, 3. Menyusun Soal dan aktivitas menjawab latihan soal. Guru secara aktif menggali informasi, mengumpulkan dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan.

d. Presentasi dan Konfirmasi

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

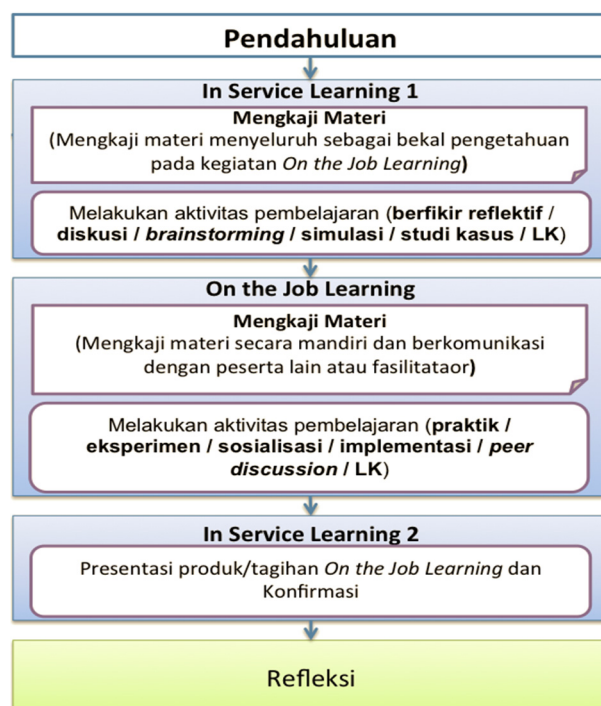
e. Refleksi Kegiatan

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

2. Deskripsi Kegiatan Diklat Tatap Muka Kombinasi

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

Pendahuluan



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

Pada kegiatan *in-1* peserta mempelajari uraian materi dan mengerjakan aktivitas pembelajaran bagian 1. Diskusi Materi di tempat diklat. Pada saat *on the job learning* peserta melakukan aktivitas pembelajaran bagian 2. Praktik, bagian 3. Penyusunan soal penilaian berbasis kelas, dan mengisi latihan secara mandiri di tempat kerja masing-masing. Pada Kegiatan *in-2* peserta melaporkan dan mendiskusikan hasil kegiatan yang dilakukan selama *on the job learning* yang difasilitasi oleh narasumber/instruktur nasional.

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

Tabel 2. Daftar Lembar Kerja Modul KK D untuk Tatap Muka Kombinasi

No	Kode Lembar Kerja	Judul Lembar Kerja	Dilaksanakan Pada Tahap
1.	LK.D1.01	Diskusi Materi Topik Struktur Tumbuhan dan Fungsinya	<i>In Service 1</i>
2.	LK.D1.02	Macam-macam Jaringan Tumbuhan	<i>On the job learning</i>
3.	LK.D1.03	Penyusunan Soal Berbasis Penilaian Kelas Topik Struktur Tumbuhan dan Fungsinya	<i>On the job learning</i>
4.	LK.D2.01	Diskusi Materi Topik Kinematika: GLB dan GLBB	<i>In Service 1</i>
5.	LK.D2.02	Kecepatan dan Percepatan	<i>On the job learning</i>
6.	LK.D2.03	Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Kinematika: GLB dan GLBB	<i>On the job learning</i>
7.	LK.D2.04	Diskusi Materi Topik Dinamika: Gaya dan Gerak	<i>In Service 1</i>
8.	LK.D2.05	Koefisien Gesekan Statis Antara Dua Permukaan	<i>On the job learning</i>
9.	LK.D2.06	Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Dinamika: Gaya dan Gerak	<i>On the job learning</i>
10.	LK.D3.01	Diskusi Materi Topik Pemisahan Campuran	<i>In Service 1</i>
11.	LK.D3.02	Pemurnian Garam Dapur	<i>On the job learning</i>
12.	LK.D3.03	Sublimasi	<i>On the job learning</i>
13.	LK.D3.04	Destilasi	<i>On the job learning</i>
14.	LK.D3.05	Kromatografi Kertas	<i>On the job learning</i>
15.	LK.D3.06	Merancang Alat untuk Penjernihan Air	<i>On the job learning</i>
16.	LK.D3.07	Penyusunan Soal Penilaian	<i>On the job learning</i>



Pendahuluan

No	Kode Lembar Kerja	Judul Lembar Kerja	Dilaksanakan Pada Tahap
		Berbasis Kelas Topik Pemisahan Campuran	
17.	LK.D4.01	Diskusi Materi Topik Pesawat Sederhana	<i>In Service 1</i>
18.	LK.D4.02	Tuas	<i>On the job learning</i>
19.	LK.D4.03	Katrol Tetap	<i>On the job learning</i>
20.	LK.D4.04	Aplikasi Pesawat Sederhana	<i>On the job learning</i>
21.	LK.D4.05	Jenis-jenis Pengungkit	<i>On the job learning</i>
22.	LK.D4.06	Sketsa Pesawat Sederhana	<i>On the job learning</i>
23.	LK.D4.07	Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Pesawat Sederhana	<i>On the job learning</i>
24.	LK.D5.01	Diskusi Materi Topik Gerak dan Sistem Gerak pada Makhluk Hidup	<i>In Service 1</i>
25.	LK.D5.02	Penyebab Tulang Menjadi Keras	<i>On the job learning</i>
26.	LK.D5.03	Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Gerak dan Sistem Gerak pada Makhluk Hidup	<i>On the job learning</i>

Kegiatan Pembelajaran 1

Struktur Tumbuhan dan Fungsinya

Modul ini disusun sebagai salah satu alternatif sumber bahan ajar bagi guru untuk memahami topik struktur tumbuhan fungsinya. Modul berisi uraian materi dan praktikum yang mengacu pada standar isi di Sekolah Menengah Pertama untuk mata pelajaran IPA. Modul pelatihan ini disusun sebagai bahan belajar guru untuk mencapai kompetensi sesuai dengan kompetensi guru mata pelajaran yang telah ditetapkan. Selain itu, materi ini juga aplikatif untuk guru sendiri sehingga mereka dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari.

Di dalam modul ini dijelaskan tentang berbagai jenis jaringan pada tumbuhan serta keterkaitan antara struktur dan fungsi jaringan tersebut. Selain mempelajari teori, pengamatan jaringan menggunakan mikroskop juga merupakan aktivitas belajar yang tidak dapat dipisahkan dalam pembelajaran modul ini. Selain melatih keterampilan penggunaan mikroskop, Anda juga diharapkan bisa menerapkan dasar keselamatan kerja dalam penggunaan alat tersebut.

Melalui aktivitas pembelajaran ini, Anda dapat lebih memahami kompleksitas struktur dan fungsi jaringan pada setiap makhluk hidup sebagai salah satu bukti kekuasaan Tuhan Yang Maha Esa. Setelah itu diharapkan pemahaman yang diperoleh akan lebih meningkatkan kecintaan Anda terhadap ciptaan Tuhan sehingga dapat lebih memotivasi untuk menjaga keutuhan ciptaan-Nya.

A. Tujuan

Setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini, diharapkan Anda dapat mengaitkan struktur dengan fungsi dari jaringan-jaringan pada tumbuhan dan terampil melakukan praktik pengamatan struktur jaringan pada tumbuhan.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Mengidentifikasi macam-macam jaringan pada tumbuhan.
2. Mengaitkan antara struktur jaringan-jaringan pada tumbuhan beserta fungsinya.
3. Menjelaskan struktur dan fungsi organ-organ pada tumbuhan.
4. Menganalisis jaringan meristem pada preparat kering batang, akar, dan daun tumbuhan.
5. Menganalisis jaringan dasar pada preparat kering batang, akar, dan daun tumbuhan
6. Menganalisis jaringan penyokong pada preparat kering batang, akar, dan daun tumbuhan.
7. Menganalisis jaringan pengangkut pada preparat kering batang, akar, dan daun tumbuhan.
8. Mengidentifikasi teknologi yang terinspirasi oleh struktur tumbuhan.

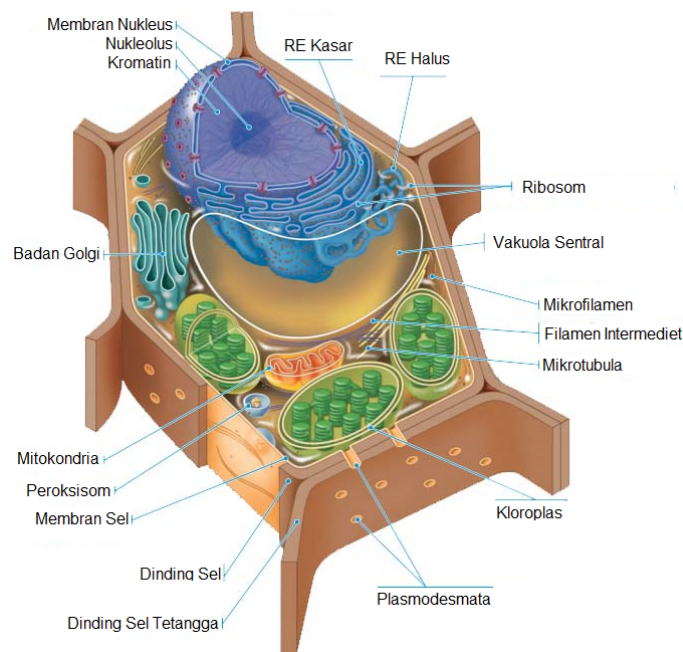
C. Uraian Materi

SEL TUMBUHAN

Tumbuhan adalah makhluk hidup multiseluler yang sel-selnya memiliki beberapa perbedaan dengan sel-sel hewan, misalnya keberadaan struktur dinding sel, vakuola, plastida (kloroplas, amiloplas, dan lain-lain). Perbedaan-perbedaan tersebut pada akhirnya akan memberikan karakteristik yang khas dari struktur tumbuhan.

Keberadaan dinding sel yang menyelubungi permukaan sel berdampak pada bentuk sel tumbuhan yang tetap dan kaku. Di bagian dalam dinding sel menempel pembatas lainnya yang disebut membran sel yang serupa dengan membran sel yang biasa ditemukan pada sel hewan maupun organisme uniseluler. Struktur dinding sel berbeda penyusunnya dengan membran sel. Dinding sel dibangun oleh senyawa karbohidrat yang disebut selulosa, sedangkan membran sel dibangun oleh senyawa yang disebut fosfolipid serta senyawa-senyawa protein.

Bagian lain dari sel tumbuhan yang khas adalah adanya kloroplas yang mengandung zat warna atau pigmen hijau yang disebut klorofil. Klorofil merupakan suatu molekul yang mampu memproduksi zat makanan (karbohidrat) dengan bantuan cahaya matahari sehingga tumbuhan sering disebut sebagai organisme fotoautotrof. Meski dinding sel bersifat kaku dan rapat, akan tetapi pada dinding sel tersebut terdapat lubang-lubang kecil yang disebut plasmodesmata yang menghubungkan satu sel tumbuhan dengan sel lain di sebelahnya (Gambar 4).



Gambar 4. Struktur Sel Tumbuhan (sumber: Reece, J.B., et.al., 2014)

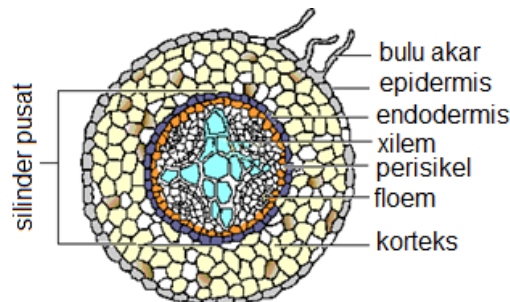
JARINGAN TUMBUHAN

Jaringan adalah sekumpulan sel yang memiliki bentuk serta fungsi yang sama. Apabila dilihat menggunakan mikroskop, Anda akan melihat suatu jaringan berupa susunan dengan pola tertentu dari sekumpulan sel yang serupa.

Kumpulan beberapa jaringan yang berbeda akan membentuk suatu organ. Seperti yang Anda lihat pada gambar diatas, organ akar tersusun dari beberapa jaringan, seperti jaringan epidermis di bagian terluar, jaringan dasar (korteks dan endodermis) dan jaringan pembuluh (xilem, floem, dan perisikel). Jika Anda amati, bentuk sel-sel pada setiap jaringan yang berbeda mempunyai bentuk dan

Kegiatan Pembelajaran 1

ukuran yang berbeda pula. Hal tersebut mengindikasikan bahwa satu jaringan dengan jaringan lain mempunyai perbedaan peran dan fungsi pada tumbuhan. Walaupun demikian, perbedaan peran dan fungsi jaringan-jaringan tersebut sebenarnya saling melengkapi dalam rangka mendukung fungsi organ akar (misalnya dalam menyerap air serta mineral dari dalam tanah).



Gambar 5. Jaringan-jaringan pada penampang melintang akar (jaringan epidermis, jaringan dasar, dan jaringan pembuluh) (sumber: <http://www.biologyjunction.com>)

Di awal perkembangannya, setiap sel tumbuhan memiliki kemampuan untuk membelah. Saat itulah Anda melihat tumbuhan tersebut membesar. Di tahap selanjutnya, pembelahan sel secara aktif dilakukan hanya di bagian tertentu saja, yaitu di bagian yang dikenal dengan **jaringan meristem**. Bagian lain yang tidak mengalami pembelahan disebut dengan **jaringan permanen**.

1. Jaringan Meristem

Jaringan meristem dapat diartikan sebagai sekumpulan sel dengan bentuk dan fungsi yang sama serta memiliki sifat meristematik. Sel-sel meristematik tersebut aktif membelah sehingga menghasilkan sel-sel anakan yang banyak. Sebagian sel-sel anakan tersebut ada yang tetap mempertahankan diri sebagai meristem sementara sel-sel anakan yang lain akan mengalami diferensiasi (perubahan bentuk dan fungsi). Sel-sel yang mengalami diferensiasi tersebut keluar dari meristem dan akhirnya menjadi tergabung ke dalam jaringan lain dan menjadi suatu bagian utama dari tumbuhan. Kelompok jaringan ini akan menjadi jaringan permanen.

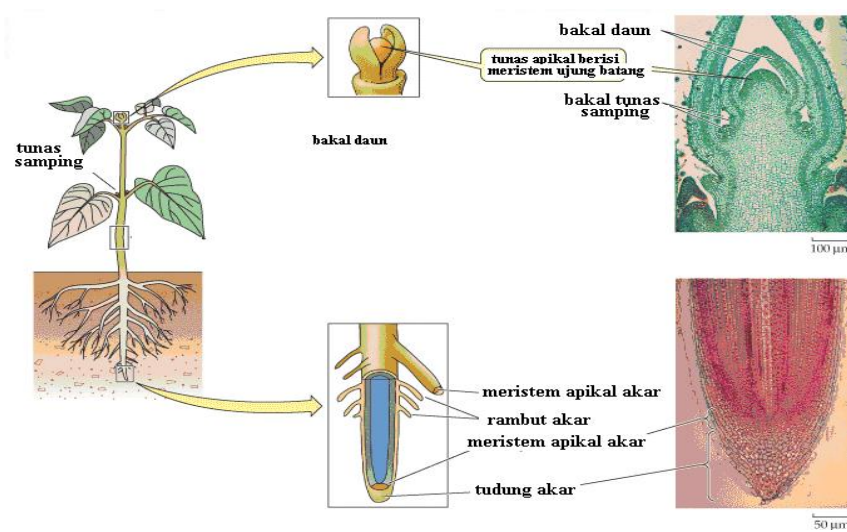
Berdasarkan asal pembentukannya, jaringan meristem dapat dikelompokkan menjadi tiga macam, yaitu **promeristem**, **meristem primer**, dan **meristem**

sekunder. Promeristem adalah jaringan meristem yang telah ada ketika tumbuhan masih dalam tingkat embrio. Sementara meristem primer merupakan jaringan meristem yang ditemukan pada tumbuhan dewasa serta biasa ditemukan pada ujung batang (yang mengakibatkan tumbuhan bertambah tinggi) dan ujung akar (yang mengakibatkan akar bertambah dalam/panjang). Jaringan meristem primer di bagian ujung batang dan ujung akar tersebut dinamakan juga **meristem apikal** (Gambar 6). Kelompok meristem terakhir adalah meristem sekunder, yaitu jaringan meristem yang berasal dari jaringan yang telah mengalami diferensiasi, contohnya adalah **kambium**. Kambium menyebabkan pertumbuhan sekunder yang ditandai dengan membesarnya batang pada tumbuhan dikotil dan Gymnospermae. Kambium tumbuh ke arah luar membentuk kulit batang dan ke arah dalam membentuk kayu. Berdasarkan posisinya, jaringan meristem dibedakan menjadi meristem apikal, meristem lateral, dan meristem interkalar.

a. Meristem Apikal

Anda telah membaca sebelumnya bahwa meristem apikal selalu terdapat di ujung batang dan ujung akar yang kelak menghasilkan pemanjangan batang dan akar. Hasilnya dapat Anda lihat berupa tumbuhan yang semakin tinggi batangnya, dan semakin dalam akarnya. Cabang pohon, daun, dan bunga adalah hasil dari perkembangan tunas apikal ini. Meristem apikal mengalami pertumbuhan yang dikenal sebagai pertumbuhan primer, dan menghasilkan jaringan yang dikenal dengan jaringan primer.

Kegiatan Pembelajaran 1



Gambar 6. Letak meristem apikal pada ujung akar dan ujung batang
(sumber: <http://biology4isc.weebly.com>)

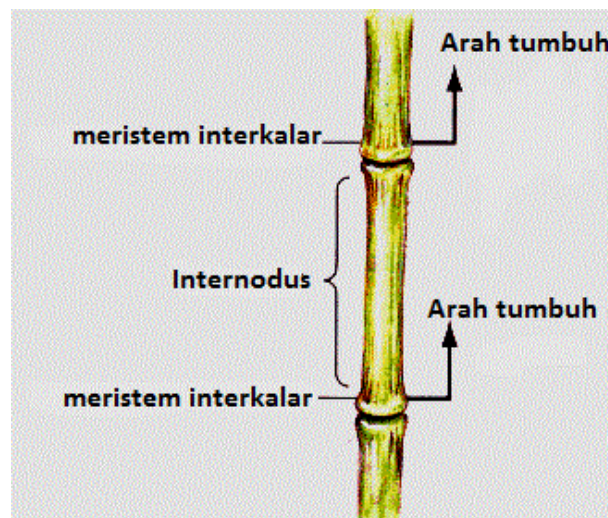
b. Meristem Lateral

Berbeda dengan meristem primer yang membuat pohon semakin tinggi dan akarnya semakin dalam, meristem lateral (*lateral = samping*) justru menghasilkan pertumbuhan ke arah samping. Pertumbuhan ini dinamai pertumbuhan sekunder. Gejala yang dapat Anda amati adalah batang dan akar yang semakin membesar/menebal. Meristem lateral disebut juga kambium. Kambium dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu **kambium vaskuler** dan **kambium gabus**. Kambium vaskuler berperan dalam penebalan selama pertumbuhan sekunder sedangkan kambium gabus menghasilkan lapisan pelindung yang disebut periderm.

c. Meristem Interkalar

Meristem interkalar (*interkalar = antara*) merupakan bagian dari meristem apikal (meristem ujung) yang tertinggal ketika meristem tersebut tumbuh. Meristem ini berada pada pangkal buku batang (*nodus*), biasanya terdapat pada kelompok tumbuhan monokotil. Meristem interkalar dapat tetap aktif, tetapi dalam waktu yang lama setelah sel-sel di ruas atas menjadi dewasa sepenuhnya. Pertumbuhan sel yang dilakukan oleh meristem interkalar menyebabkan pertambahan panjang ruas batang, juga pertumbuhan kembali daun yang rusak pada rumput-rumputan misalnya karena pemangkasan. Jaringan-jaringan yang terbentuk oleh

meristem interkalar ini serupa dengan jaringan yang berasal dari meristem apikal, sehingga digolongkan juga ke dalam jaringan primer. Contoh bagian tumbuhan yang memiliki meristem interkalar adalah buku batang bambu atau jenis rumput-rumputan yang lainnya.



Gambar 7. Meristem interkalar pada batang rumput-rumputan (sumber: www.studyblue.com)

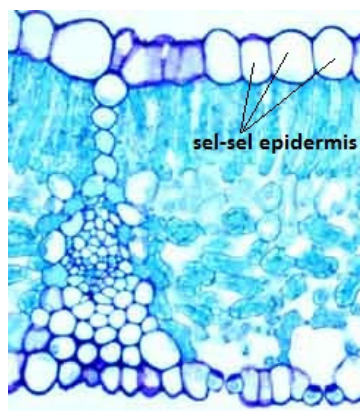
2. Jaringan Permanen

Jaringan permanen memiliki sifat yang berseberangan dengan jaringan meristem. Anda sudah memahami bahwa jaringan meristem selalu aktif membelah, maka sebaliknya pada jaringan permanen sel-selnya tidak aktif membelah dan sudah terdiferensiasi. Ketika berdiferensiasi, seiring waktu sel-sel pada jaringan permanen memiliki bentuk dan fungsi khusus sesuai peruntukannya di dalam tubuh tumbuhan. Anda dapat memahami proses diferensiasi ini melalui fenomena yang dapat diamati bahwa dari satu butir biji dapat berkembang menjadi tumbuhan yang memiliki akar, batang, daun, serta bunga, dan buah. Berdasarkan fungsinya, jaringan permanen terbagi menjadi jaringan epidermis, jaringan dasar, jaringan penyokong, jaringan pengangkut, dan jaringan gabus. Dalam pembahasan organ tumbuhan, Anda akan menemukan nama-nama jaringan permanen ini secara berulang-ulang karena ia ditemukan di organ-organ tersebut.

a. Jaringan Epidermis

Jaringan epidermis merupakan jaringan yang terletak di bagian paling luar organ tumbuhan (Gambar 8). Anda dapat membayangkan lapisan epidermis ini sebagai kulit manusia, atau pakaian yang melindungi. Jelas artinya bahwa fungsi lapisan epidermis adalah melindungi bagian dalam organ bersangkutan dari keadaan seperti hilangnya air karena penguapan, kerusakan mekanik, perubahan suhu, dan hilangnya zat-zat makanan.

Jaringan epidermis memiliki beberapa ciri antara lain : i) terdiri dari sel-sel hidup; ii) berbentuk persegi panjang; iii) sel-selnya rapat tanpa ruang antarsel; iv) tidak memiliki klorofil; v) dapat membentuk modifikasi menjadi struktur yang lain. Beberapa modifikasi epidermis antara lain adalah stomata, spina (duri), sel kipas, sel kersik, dan trikomata (rambut-rambut).



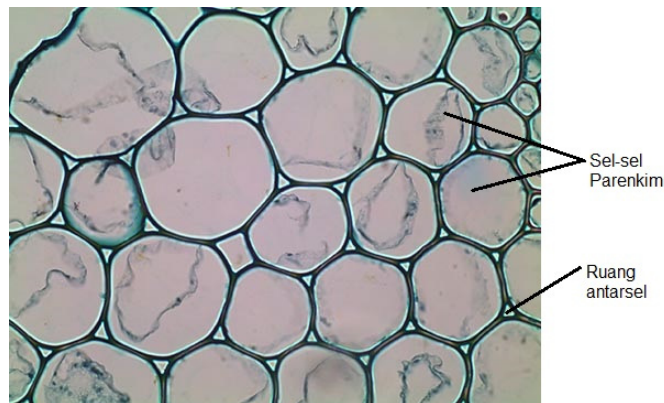
Gambar 8. Jaringan pada daun dengan sel-sel epidermis
(Sumber: <http://www.plb.ucdavis.edu>)

b. Jaringan Dasar (Parenkim)

Jaringan dasar dikenal dengan istilah parenkim. Disebut jaringan dasar karena jaringan ini menyusun sebagian besar jaringan baik pada akar, batang, daun, maupun buah. Pada batang terpotong yang pernah Anda lihat, sebagian besarnya pasti adalah jaringan dasar ini. Alasan selain itu karena parenkim juga terdapat di antara jaringan lain misalnya di antara xilem dan floem.

Ciri-ciri jaringan parenkim yang membedakannya dengan jaringan lain adalah : i) sel-selnya merupakan sel hidup yang berukuran besar dan

tipis, serta umumnya berbentuk segi enam; ii) memiliki banyak vakuola; iii) letak inti sel mendekati dasar sel; iv) mampu bersifat merismatik karena dapat membelah diri; v) dan memiliki ruang antar sel yang banyak sehingga letaknya tidak rapat (Gambar 9).



Gambar 9. Jaringan parenkim
(sumber: <http://emp.byui.edu>)

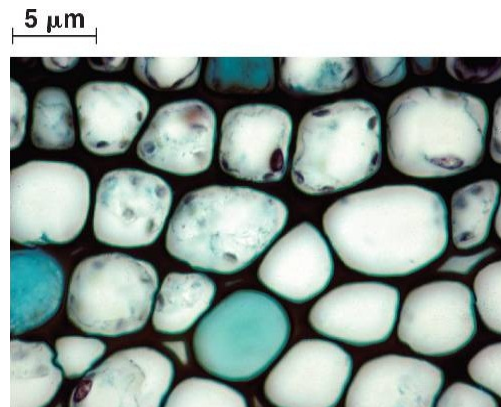
c. Jaringan Penyokong

Jaringan penyokong dikenal juga dengan nama jaringan mekanik, jaringan penunjang, atau jaringan penguat. Anda bisa membayangkannya seperti tulang pada tubuh manusia, jaringan inilah yang menunjang bentuk tumbuhan hingga dapat berdiri dengan kokoh. Jaringan ini menguatkan karena memiliki sel-sel dengan dinding sel yang tebal dan kuat, juga karena sel-selnya telah mengalami spesialisasi. Jaringan penyokong berfungsi untuk menguatkan/menegakkan batang dan daun, melindungi biji atau embrio, serta melindungi berkas pengangkut (vaskuler). Ada 2 jenis jaringan penyokong, yaitu jaringan kolenkim dan jaringan sklerenkim.

1) Jaringan Kolenkim

Sifat utama dari jaringan kolenkim adalah sel-sel penyusunnya hidup dan dinding selnya banyak mengandung selulosa. Sifatnya mirip jaringan parenkim, dan dapat dianggap sebagai jaringan parenkim khusus yang menunjang organ muda pada tumbuhan. Kolenkim terdapat langsung di bawah atau dekat permukaan batang muda dan tangkai daun muda, namun jarang ditemukan pada akar.

Kegiatan Pembelajaran 1

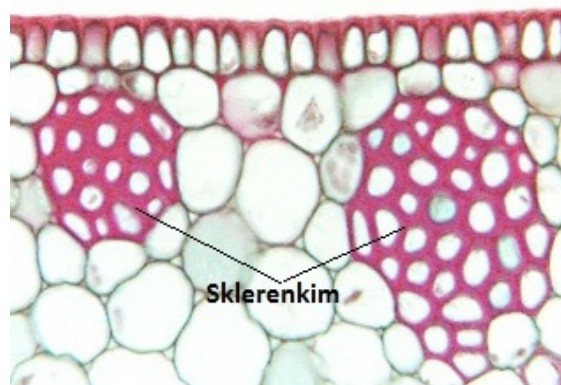


Gambar 10. Jaringan kolenkim pada batang *Helianthus annuus*
(sumber: <https://www.slideplayer.com>)

Sel-sel kolenkim mengalami penebalan di sudut-sudut selnya, tidak merata pada seluruh permukaan dinding sel (Gambar 8). Dinding selulosa yang tebal pada kolenkim menyebabkan organ bersangkutan memiliki sifat lentur. Oleh karena itu, kolenkim baik sekali untuk menopang organ yang aktif tumbuh karena sel-selnya dapat meregang untuk menyesuaikan diri dengan perpanjangan organ.

2) Jaringan Sklerenkim

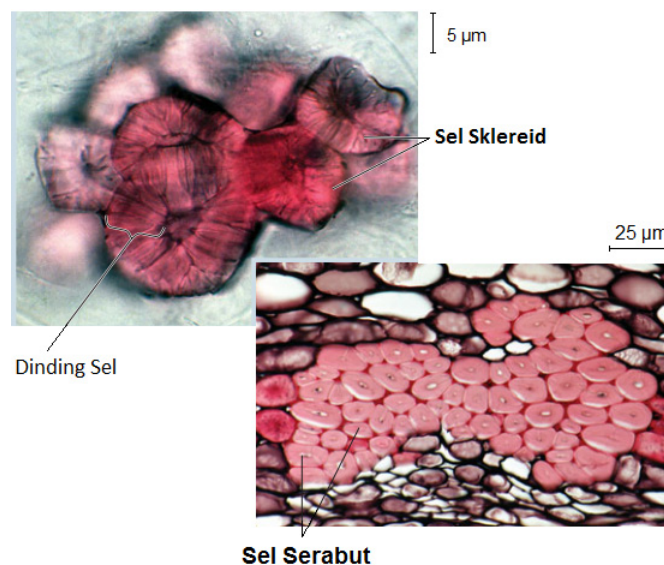
Jaringan sklerenkim merupakan jaringan penunjang pada organ tumbuhan yang telah dewasa. Dengan demikian sel-sel dewasa jaringan sklerenkim telah mati dan memiliki dinding sel yang tebal, biasanya berlignin (Gambar 11).



Gambar 11. Jaringan sklerenkim
(Sumber : <http://www.sbs.utexas.edu>)

Ada 2 kelompok besar jaringan sklerenkim, yaitu :

- a) **Serabut.** Serabut merupakan sel yang panjang dan sempit yang berujung runcing. Sel-sel ini biasanya berkumpul menjadi sebuah jalur panjang, sementara ujung-ujungnya yang runcing bertumpang tindih dan menyatu dengan kuat. Serabut sklerenkim terdapat pada sebagian besar bagian tumbuhan (Gambar 10).
- b) **Sklereid.** Sklereid merupakan sel-sel tumbuhan yang telah mati, bentuknya bervariasi dan berdinding keras yang tahan terhadap tekanan. Sklereid dapat dijumpai dalam keadaan tunggal atau berkelompok kecil di antara sel-sel lain, misalnya butiran pada daging buah jambu biji dan buah pir. Sklereid pada batok kelapa adalah contoh yang baik dari bagian tumbuhan yang mengandung serabut dan sklereid (Gambar 12).



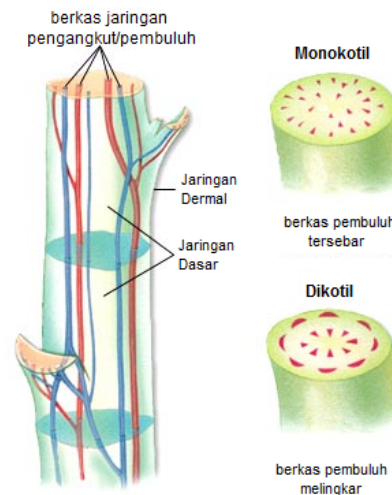
Gambar 12. Sel Serabut dan Sklereid
(sumber: Reece, J.B., et.al., 2014)

d. Jaringan Pengangkut

Nama lain jaringan pengangkut adalah berkas vaskular. Sebagaimana namanya (vaskular = pembuluh), jaringan ini berwujud seperti pipa/pembuluh (Gambar 13). Anda dapat membayangkan jaringan pengangkut pada tumbuhan ini sebagai pembuluh darah pada hewan yang mengantarkan oksigen dan zat makanan ke seluruh bagian tubuh.

Kegiatan Pembelajaran 1

Jaringan pengangkut pada tumbuhan berfungsi untuk mengangkut air dan unsur hara, serta mengedarkan zat makanan hasil fotosintesis dari satu bagian ke bagian lain tumbuhan.

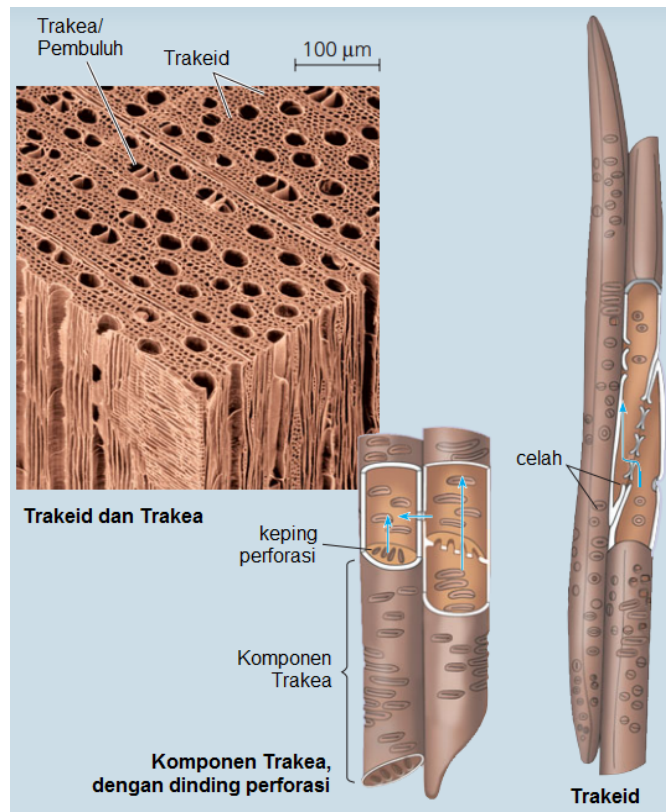


Gambar 13. Skema jaringan pengangkut
(sumber: <http://www.mhhe.com>)

Berdasarkan fungsinya, jaringan pengangkut pada tumbuhan di bagi menjadi dua jenis, yaitu xilem dan floem.

1) Xilem

Xilem (pembuluh kayu) berfungsi untuk menyalurkan air dan unsur hara dari akar ke daun. Xilem merupakan jaringan pengangkut yang rumit. Xilem tersusun dari parenkim dan serabut, serta trakeid, dan komponen pembuluh (trakea). Trakeid adalah sel-sel tumbuhan yang dindingnya mengalami lignifikasi (penebalan oleh senyawa lignin) dan sel-selnya akan mati setelah dewasa. Trakea yang membentuk xilem merupakan sel-sel silinder yang mati setelah dewasa, bagian ujungnya saling menyatu membentuk sebuah tabung pengangkut air bersel banyak. Dinding ujung (kadang-kadang juga dinding samping) komponen pembuluh ini berlubang-lubang yang merupakan tempat air lewat dengan bebas dari satu sel ke sel lain (Gambar 14).



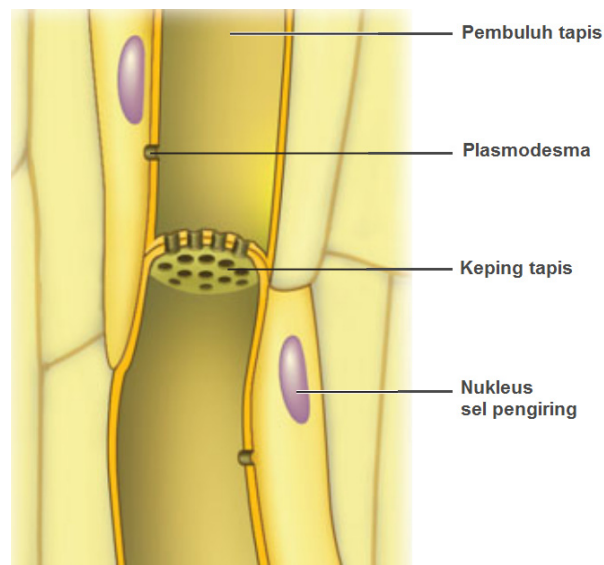
Gambar 14. Sel trakeid dan trakea
(sumber: Reece, J.B., et. al, 2014)

2) Floem

Floem atau pembuluh tapis merupakan jaringan yang berfungsi mengangkut lalu menyalurkan zat-zat makanan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tumbuhan. Jaringan floem sangat rumit, terdiri atas berbagai macam bentuk sel dan diantaranya ada yang masih hidup dan ada pula yang telah mati.

Komponen floem antara lain adalah parenkim floem yang berfungsi menyimpan cadangan makanan dan berperan sebagai sekat pemisah antara floem yang satu dengan yang lain. Serabut floem merupakan jaringan sklerenkim yang berfungsi untuk memperkuat jaringan pembuluh. Selain itu, komponen lain dari floem adalah keping tapis dan sel pengiring/penyerta.

Kegiatan Pembelajaran 1



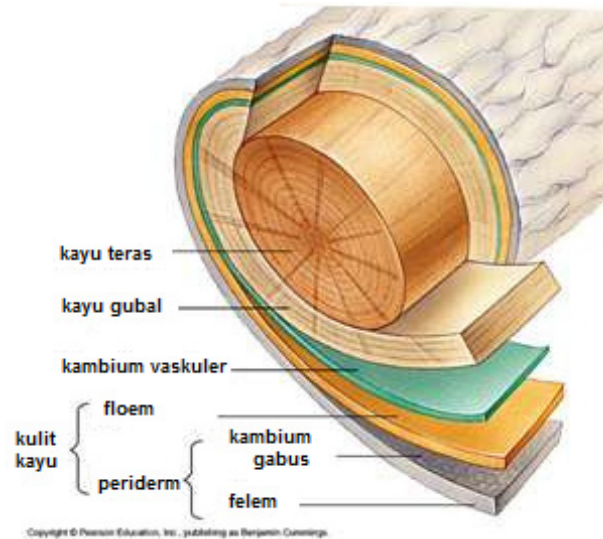
Gambar 15. Sel-sel floem
(sumber: Reece, J.B., et. al, 2014)

- Komponen floem memiliki ciri-ciri dinding sel yang tipis dan inti selnya hilang. Sel-sel unsur tapis memanjang dan ujungnya bersatu membentuk suatu pembuluh. Pada komponen pembuluh tapis, dinding ujungnya saling berlekatan dengan dinding ujung sel di bawahnya atau di atas sehingga membentuk deretan sel-sel memanjang yang disebut pembuluh tapis.
- Sel pengiring/pengantar berukuran lebih kecil dibandingkan sel penyusun komponen pembuluh tapis dan memiliki sifat meristematis. Sel pengiring berperan untuk memberi makan sel-sel penyusun komponen pembuluh tapis yang masih hidup. Sel pengiring hanya dijumpai pada Angiospermae.

e. Jaringan Gabus

Jaringan gabus sering berfungsi menggantikan epidermis ketika lapisan epidermis tersebut rusak karena usia atau faktor lain sehingga jaringan lain di bawahnya terlindung dari kehilangan banyak air dan gangguan mekanik. Jaringan gabus dibentuk oleh kambium gabus yang bernama **felogen**. Jaringan gabus tersebut membentuk jaringan ke arah dalam yang tersusun dari sel-sel hidup dan dinamakan **feloderm**. Sebaliknya, kambium gabus membentuk jaringan ke arah luar yang tersusun dari sel-

sel mati yang dinamakan **felem**. Felem inilah yang bersifat tidak tembus air (impermeabel) karena dinding selnya mengalami penebalan oleh suberin.



Gambar 16. Jaringan gabus

(Sumber: <http://www.studydroid.com>)

ORGAN TUMBUHAN

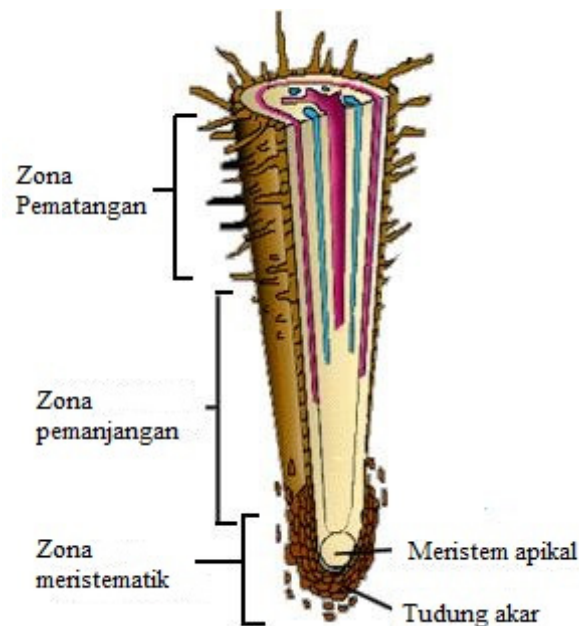
Organ merupakan bagian dari suatu organisme yang mempunyai fungsi khusus, terbentuk dari beberapa jenis jaringan yang berbeda yang saling mendukung terhadap terlaksananya fungsi organ tersebut. Organ dasar tumbuhan terdiri dari **akar**, **batang**, dan **daun**. Organ reproduktif pada tumbuhan Angiospermae, yaitu **bunga**, merupakan modifikasi dari daun. Berikut uraian masing-masing organ tersebut.

1. Akar

Akar adalah bagian tumbuhan yang pada umumnya tersembunyi karena terletak di dalam tanah. Pada tanaman dikotil, struktur akar yang tumbuh membentuk akar tunggang sedangkan pada monokotil struktur akar tumbuh membentuk akar serabut. Kedua jenis akar membantu untuk membuat kokoh posisi tumbuhan di atas tanah. Akar dikotil dan monokotil jika telah dewasa akan memiliki susunan yang secara umum tersusun atas bagian

Kegiatan Pembelajaran 1

epidermis, korteks, endodermis, dan silinder pusat. Daerah ujung akar dikotil dan monokotil dilindungi oleh tudung akar (kaliptra). Dapatkah Anda menjelaskan fungsi dari tudung akar tersebut? Gambar berikut ini adalah penampang memanjang yang bisa memperjelas bagian-bagian akar.



Gambar 17. Bagian-bagian akar tumbuhan

(Sumber : www.biology.tutorvista.com)

Berdasarkan gambar tersebut, Anda dapat mengamati keberadaan 3 zona, yaitu zona meristematik, zona pemanjangan, dan zona pematangan. Zona meristematik merupakan tempat sel-sel meristem memperbanyak diri untuk kemudian sel-sel tersebut memanjang di bagian zona pemanjangan sehingga memungkinkan akar untuk terus tumbuh menghunjam ke arah pusat bumi. Semakin matang sel, maka sebagian sel ada yang terus berubah struktur diantaranya menjadi bulu-bulu akar di bagian zona pematangan. Bulu akar merupakan modifikasi dari bagian epidermis, yang berfungsi memperluas area permukaan untuk menyerap air, oksigen, dan garam mineral. Selain untuk menguatkan posisinya pada tanah, menyerap air dan garam mineral dari dalam tanah, pada sebagian tumbuhan juga (misal: tumbuhan bakau) terdapat akar napas yang berfungsi untuk mengambil oksigen dari udara. Akar tersebut muncul dari dalam permukaan tanah/air di sekitar tumbuhannya. Fungsi lain dari akar ditunjukkan oleh

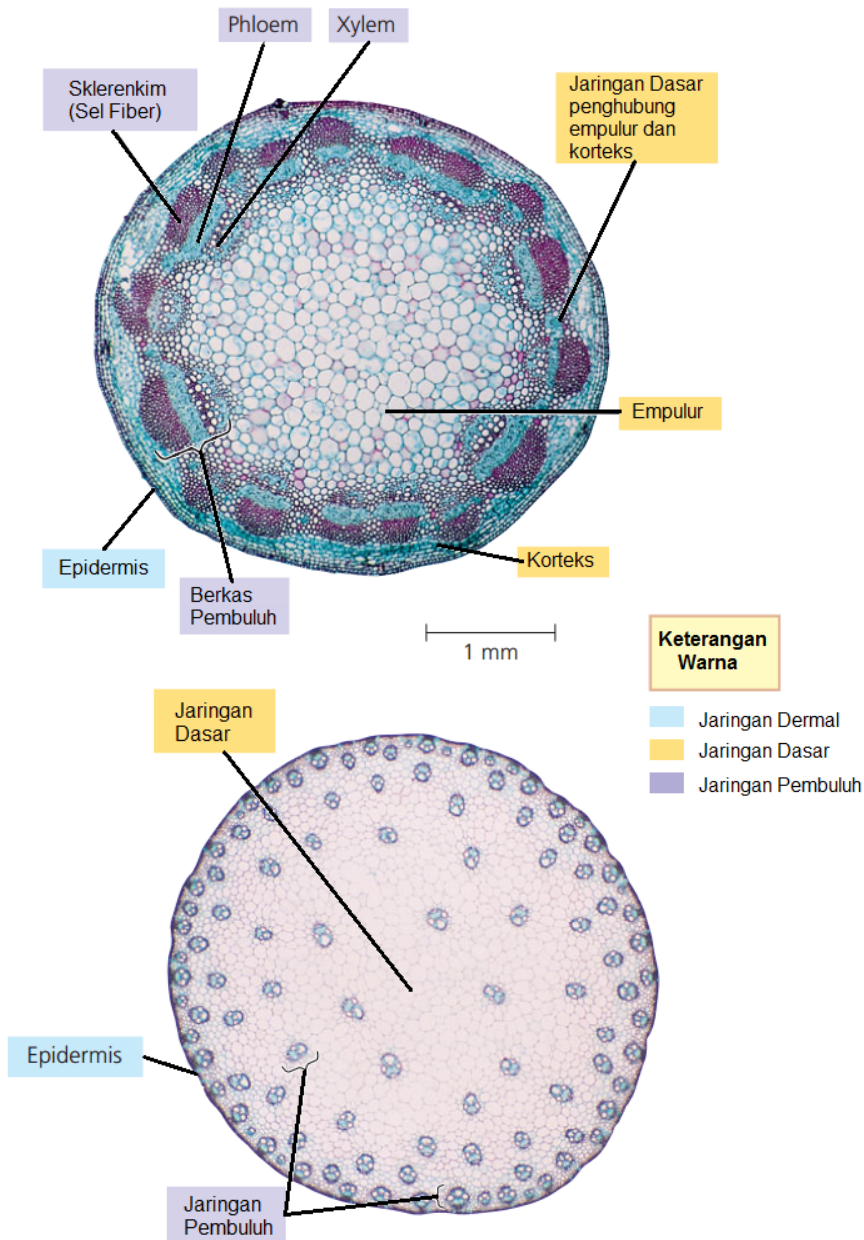
wortel, bengkuang, ketela pohon yang menjadikan akar sebagai tempat penyimpanan bahan makanan.

2. Batang

Batang merupakan organ tumbuhan yang umumnya berukuran paling besar dan mudah diamati strukturnya meski dari jarak jauh. Seperti yang Anda amati, batang pada tumbuhan menjadi penopang yang membuat tanaman tegak, menjadikan daun mudah mendapatkan sinar matahari. Batang juga merupakan bagian yang berperan dalam proses pengangkutan mineral dan air dari akar ke daun dan menyalurkan makanan dari daun ke bagian lain dari tubuh. Pada batang terdapat *nodus* yang menjadi tempat tumbuh dan menempelnya daun. Bagian diantara *nodus* disebut *internodus*. Batang pada sebagian tumbuhan berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan seperti tebu dan sagu. Batang juga ada yang terletak di bawah tanah, yaitu rizoma dan tuber, sehingga seringkali disalahartikan sebagai akar.

Terdapat beberapa perbedaan pada batang tumbuhan dikotil dan monokotil. Aspek yang mudah diamati secara langsung adalah batang dikotil dapat tumbuh membesar karena keberadaan kambium. Berbeda dengan monokotil yang pertumbuhan diameter batangnya terbatas dan hanya bisa tumbuh ke atas/semakin tinggi. Selain itu batang dikotil bercabang-cabang, dan apabila diamati di bawah mikroskop posisi jaringan pembuluh dikotil melingkar teratur sementara posisi jaringan monokotil menyebar tidak teratur (amati gambar 18).

Kegiatan Pembelajaran 1



Gambar 18. Penampang melintang batang dikotil (kiri) dan monokotil (kanan)
(sumber: Reece, J.B., et. al, 2014)

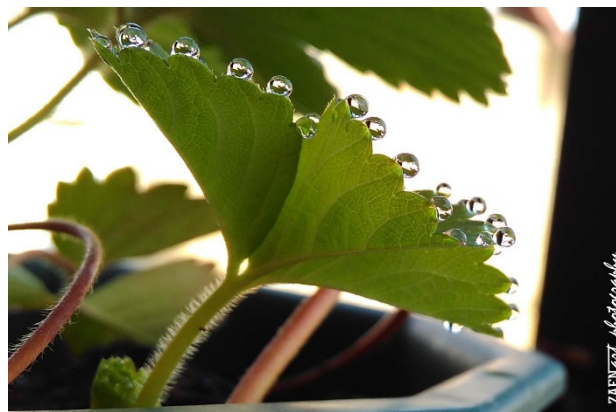
3. Daun

Daun pada tumbuhan merupakan tempat untuk memproduksi zat makanan yang bermanfaat tidak hanya bagi tanaman itu sendiri, akan tetapi bagi makhluk hidup keseluruhan. Oleh sebab itu peran daun sangatlah penting.

Bentuk daun pada umumnya pipih dan melebar. Meski ada yang berbentuk jarum, berbentuk duri, atau seperti sisik. Daun mengandung banyak klorofil

yang bertanggung jawab dalam proses fotosintesis. Fotosintesis mengubah energi cahaya dari matahari menjadi energi kimia yang tersimpan dalam bentuk karbohidrat.

Fungsi lain yang terdapat pada daun adalah sebagai organ untuk pernapasan. Keberadaan stomata pada daun membantu terjadinya pertukaran gas O_2 dan CO_2 . Melalui stomata juga berlangsung suatu proses yang disebut dengan transpirasi. Transpirasi adalah penguapan air dari jaringan tumbuhan. Pada daun berlangsung pula gutasi, yaitu proses pelepasan air dalam bentuk cair dari jaringan daun melalui suatu struktur yang disebut dengan **hidatoda**. Gutasi dapat terjadi karena transpirasi yang rendah sementara penyerapan air tinggi. Gutasi dapat diamati dengan keberadaan butiran air di tepi daun yang tersusun secara teratur. Keteraturan butir-butir air tersebut menunjukkan pola dari keberadaan hidatoda di tepian daun seperti pada gambar berikut.



Gambar 19. Fenomena gutasi, butiran air tampak bermunculan di sepanjang tepi daun (sumber: dokumen P4TK IPA)

4. Bunga

Bunga merupakan organ modifikasi yang berperan dalam perkembangbiakan secara generatif pada tumbuhan. Untuk memahami fungsi organ ini sebagai tempat berlangsungnya penyerbukan dan pembuahan, terlebih dahulu harus dipahami bagian-bagian dari struktur bunga.

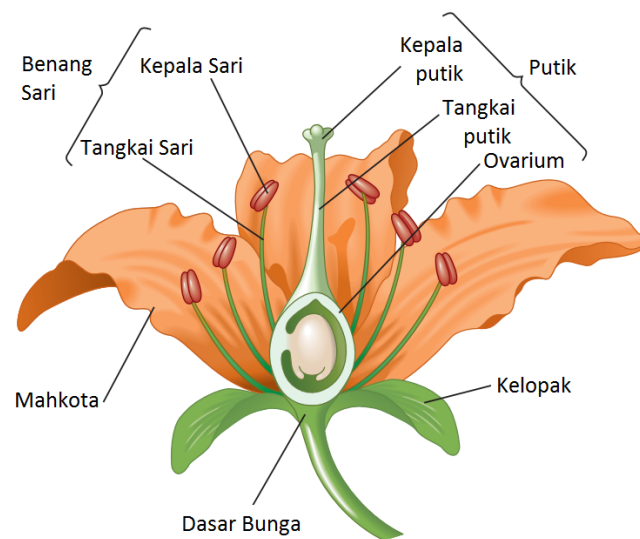
Bunga terdiri dari dua bagian yang mempunyai fungsi berbeda, yaitu bagian steril dan fertil. Bagian steril berfungsi sebagai asesoris dan biasanya berperan secara tidak langsung dalam proses penyerbukan. Sedangkan bagian fertil pada bunga berperan secara langsung dalam proses penyerbukan dan pembuahan.

Kegiatan Pembelajaran 1

Bagian steril terdiri dari tangkai bunga, dasar bunga, daun pelindung, dan perhiasan bunga. Perhiasan bunga terdiri dari **kelopak** (*calyx*) dan **mahkota** (*corolla*). Helaian dari kelopak disebut dengan *sepal*, sedangkan helaian dari mahkota disebut dengan *petal*.

Bagian bunga fertil terdiri dari **benang sari** (*stamen*) dan **putik** (*carpel*). Stamen terdiri atas kepala sari (*anther*) dan tangkai sari (*filament*). Putik terdiri dari kepala putik (stigma), tangkai putik (*stylus*), dan ovarium (Gambar 18).

Bunga dikatakan lengkap (*complete flower*) apabila memiliki empat bagian organ bunga dasar (kelopak, mahkota, benang sari, dan putik). Beberapa spesies tumbuhan memiliki bunga yang tidak lengkap (*incomplete flower*), yaitu bunga yang tidak memiliki salah satu atau beberapa organ bunga dasar. Bunga tidak lengkap ada yang bersifat steril karena tidak memiliki benang sari dan putik, atau ada juga yang bersifat uniseksual yang hanya memiliki satu alat kelamin, benang sari atau putik saja.



Gambar 20. Bagian-bagian bunga lengkap
(sumber: Reece, J.B., et. al, 2014)

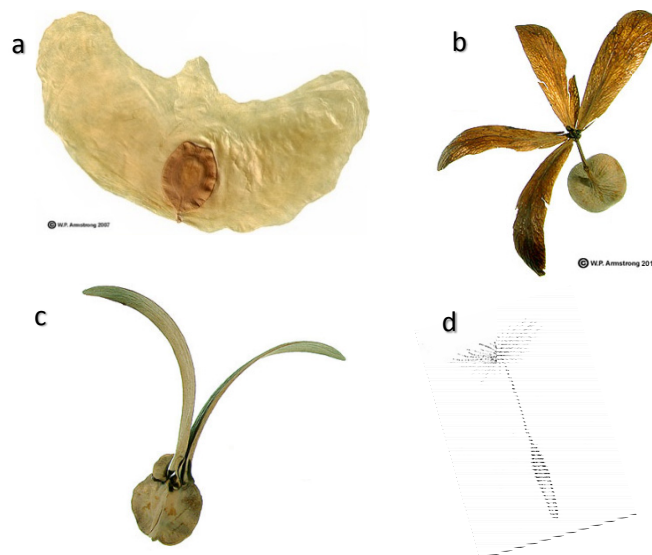
Proses reproduksi generatif pada tumbuhan diawali dengan penyerbukan (*pollination*), yaitu proses menempelnya serbuk sari (*pollen*) pada kepala putik. Terjadinya penyerbukan ini dapat terjadi dengan sendirinya atau melalui berbagai macam bantuan, misalnya dengan bantuan angin, air, atau berbagai jenis hewan.

Reproduksi generatif akan berhasil apabila setelah penyerbukan dilanjutkan dengan proses pembuahan (fertilisasi). Fertilisasi merupakan proses

peleburan antara sel sperma yang berasal dari serbuk sari dengan sel telur yang berada di dalam ovarium.

Setelah sukses melakukan proses pembuahan, ovarium akan berkembang menjadi **buah** dan di dalamnya ovule akan berkembang menjadi **biji**. Melalui proses pembuahan, di dalam biji terdapat zigot ($2n$) yang merupakan bakal individu baru dan endosperma ($3n$ pada angiospermae) sebagai cadangan makanan untuk zigot.

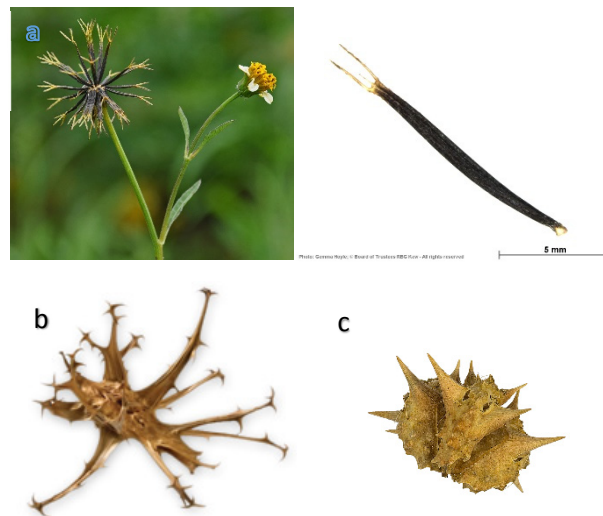
Buah yang memiliki berbagai macam bentuk morfologinya berfungsi untuk melindungi biji dan juga berperan dalam proses dispersal atau penyebaran tumbuhan. Penyebaran tumbuhan dapat terjadi melalui berbagai macam bantuan, seperti air, angin, dan juga berbagai jenis binatang.



Gambar 21. Berbagai jenis bentuk buah yang memiliki struktur tertentu untuk penyebaran tumbuhan dengan bantuan angin
 (a) *Alsomitra macrocarpa*, mempunyai buah bersayap yang berfungsi untuk melayang di udara; (b) *Gluta usitata*, mempunyai 4 sayap yang berfungsi seperti baling-baling; (c) *Dipterocarpus alatus*, mempunyai 2 sayap yang berfungsi seperti baling-baling; (d) *Taraxacum officinale*, memiliki *pappus* yang berfungsi seperti parasut untuk melayang di udara
 (sumber: <http://waynesword.palomar.edu>; <https://newfs.s3.amazonaws.com>)

Kegiatan Pembelajaran 1

Struktur buah yang mendukung terhadap penyebaran dengan bantuan angin semenjak dahulu telah menginspirasi pengembangan teknologi terutama dalam bidang penerbangan. Bentuk sayap dari buah dari *Alsomitra macrocarpa* serupa dengan teknologi yang diterapkan pada pesawat jenis *glider*. Bentuk sayap dari buah *Gluta usitata* atau *Dipterocarpus alatus* serupa dengan teknologi yang diterapkan pada helikopter (Gambar 20).



Gambar 22. Berbagai jenis bentuk buah yang memiliki struktur tertentu untuk penyebaran tumbuhan dengan bantuan binatang.

(a) *Bidens pilosa*, mempunyai buah dengan *pappus* berkait yang dapat melekat pada rambut binatang; (b) *Uncaria procumbens*, mempunyai kait-kait, jika terinjak oleh kaki hewan akan terbawa kemanapun ia pergi; (c) *Tribulus terrestris*, mempunyai duri-duri yang kuat, dapat menusuk kaki hewan ataupun alas kaki seseorang dan akan terbawa kemanapun ia pergi

(sumber: <https://commons.wikimedia.org>; <http://data.kew.org>)

Bentuk buah pada tumbuhan *Bidens pilosa* yang mempunyai *pappus* yang berkait (Gambar 20) memungkinkan ia dapat menempel pada rambut mamalia seperti kucing atau anjing, sehingga akan terbawa kemana pun ia berlari. Jika terjatuh pada tempat yang baik, biji tersebut akan tumbuh menjadi individu baru. Struktur *pappus* seperti ini menginspirasi pada teknologi velcro (Gambar 23)



Gambar 23. Velcro, suatu alat untuk menempelkan dua sisi kain, satu sisi memiliki pengait, sisi yang lain berupa benang halus melingkar (<https://www.shepherd tactical.com>)

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pembelajaran pada kegiatan pembelajaran Struktur Tumbuhan dan Fungsinya terdiri atas tiga bagian, yaitu diskusi materi, aktivitas praktik, dan latihan membuat soal. Anda dipersilahkan melakukan aktivitas pembelajaran tersebut secara mandiri dengan penuh semangat dan tanggung jawab yang tinggi.

1. Diskusi Materi

Buatlah ringkasan uraian materi Struktur Tumbuhan dan Fungsinya dalam bentuk peta pikiran secara mandiri, kemudian diskusikan dalam kelompok. Selanjutnya perwakilan kelompok mempresentasikan hasil diskusi kelompok, anggota kelompok lain memperhatikan secara serius juga menanggapi secara aktif.

LK. D1.01 Diskusi Materi Topik Struktur Tumbuhan dan Fungsinya

Tujuan

Melalui diskusi kelompok peserta diklat mampu mengidentifikasi konsep-konsep penting pada topik struktur tumbuhan dan fungsinya.

Langkah Kegiatan :

- a. Pelajarilah topik struktur tumbuhan dan fungsinya dari bahan bacaan pada modul ini dan bahan bacaan lainnya!
- b. Diskusikan secara kelompok untuk mengidentifikasi konsep-konsep penting yang ada pada topik struktur tumbuhan dan fungsinya!
- c. Buatlah rangkuman materi tersebut dalam bentuk peta pikiran (*mind map*)!
- d. Presentasikanlah hasil diskusi kelompok Anda!
- e. Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!

2. Aktivitas Praktik

Setelah Anda mengkaji materi Struktur Tumbuhan dan Fungsinya, Anda dapat mencoba melakukan berbagai aktivitas praktik sesuai dengan lembar kerja yang sudah disediakan.

Aktivitas dapat dilakukan secara mandiri atau kerjasama sesuai dengan instruksi, serta diharapkan kreatif dalam membuat laporan hasil praktik. Laporan yang dikumpulkan merupakan hasil musyawarah mufakat bersama dan jika ada perbaikan menjadi tanggung jawab semua anggota kelompok.

Selanjutnya perwakilan peserta mempresentasikan hasil percobaan, peserta lain menyimak presentasi dengan cermat dan serius.

LK.D1.02: Macam-macam Jaringan Tumbuhan

I. Tujuan

Setelah melakukan kegiatan ini, Anda diharapkan dapat menunjukkan letak jaringan meristem, epidermis, jaringan dasar, jaringan penyokong, dan jaringan pengangkut pada preparat kering akar, batang, dan daun tumbuhan.

II. Alat dan bahan

- a. Mikroskop
- b. Kaca benda dan kaca penutup
- c. Sediaan kering penampang melintang akar, batang, dan daun tumbuhan monokotil
- d. Sediaan kering penampang melintang akar, batang, dan daun tumbuhan dikotil

III. Cara kerja

1. Amatilah sediaan kering penampang melintang akar, batang, dan daun tumbuhan **dikotil** yang telah disediakan.
 - a. Gambarlah objek akar, batang, dan daun yang Anda amati pada perbesaran 400 X
 - b. Gambarlah jaringan meristem, epidermis, jaringan parenkim, jaringan penyokong, dan jaringan pembuluh pada ketiga organ tersebut!



Kegiatan Pembelajaran 1

	Akar	Batang	Daun
Meristem			
Epidermis			
Parenkim			
Penyokong			
Pembuluh			

2. Amatilah sediaan kering penampang melintang akar, batang, dan daun tumbuhan monokotil yang telah disediakan.
 - a. Gambarlah objek akar, batang, dan daun yang Anda amati pada perbesaran 400 X
 - b. Gambarlah jaringan epidermis, jaringan parenkim, dan jaringan pembuluh pada ketiga organ tersebut!

	Akar	Batang	Daun
Meristem			
Epidermis			
Parenkim			
Penyokong			
Pembuluh			

IV. Hasil dan Pertanyaan

- a. Berdasarkan hasil pengamatan, adakah persamaan atau perbedaan dari penampakan jaringan-jaringan pada organ akar, batang, dan daun? Jelaskan!
- b. Jelaskanlah perbedaan jaringan-jaringan pada tumbuhan dikotil dan monokotil!



3. Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas

LK.D1.03 Penyusunan Soal Berbasis Penilaian Kelas Topik Struktur Tumbuhan dan Fungsinya

Buatlah secara mandiri tiga buah soal pilihan ganda pada topik Struktur Tumbuhan dan Fungsinya yang dilengkapi dengan kisi-kisi. Gunakanlah format kisi-kisi yang telah disediakan. Cara pengembangan instrumen pilihan ganda dapat Anda pelajari pada modul **Pedagogi Kelompok Kompetensi G (Topik Pengembangan Instrumen Penilaian)**. Pilihlah indikator soal berdasarkan kisi-kisi Ujian Nasional yang terdapat pada bagian **Lampiran 1**. Diskusikanlah dengan teman-teman guru lainnya secara kolaboratif kisi-kisi dan soal yang telah anda buat.

Format Kisi-kisi Soal

No	Indikator Soal	Level Kognitif	Butir Soal	Kunci Jawaban
1				
2				
3				
4				
5				
6				

E. Latihan / Kasus /Tugas

Soal pilihan ganda berikut sebagai sarana untuk berlatih penguasaan materi dan juga merupakan contoh yang dapat diadaptasi oleh Anda dalam mengembangkan soal sejenis, baik untuk penilaian formatif, sumatif, maupun ujian.

Kerjakanlah soal secara mandiri dan teliti dengan cara memilih salah satu pilihan jawaban yang paling tepat.

1. Jaringan meristem di ujung akar dilindungi oleh struktur yang bernama
 - A. kutikula
 - B. prokambium
 - C. tudung akar
 - D. bulu-bulu akar
2. Pernyataan berikut yang *tidak* relevan dengan fungsi akar adalah ...
 - A. Struktur akar yang 'mencengkram' tanah berfungsi untuk memperkuat kedudukan/posisi tumbuhan di atas tanah.
 - B. Beberapa jenis tumbuhan menjadikan akar sebagai tempat penyimpanan makanan seperti wortel dan bengkuang.
 - C. Akar pohon tumbuhan apapun posisinya selalu tertutup di dalam tanah
 - D. Rambut akar membantu memperluas wilayah penyerapan air dan garam mineral dari dalam tanah
3. Berdasarkan asal pembentukannya, jaringan meristem dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu ...
 - A. promeristem, meristem lateral, dan meristem apikal.
 - B. meristem primer, meristem sekunder, dan meristem pucuk.
 - C. meristem apikal, meristem lateral dan meristem primer.
 - D. promeristem, meristem primer, dan meristem sekunder.

4. Nama-nama jaringan di bawah ini yang merupakan awal mula pembentuk cabang akar adalah
- A. perisikel
 - B. perikambium
 - C. empulur
 - D. promeristem
5. Struktur tumbuhan berikut yang dapat menginspirasi cara kerja dari velcro, untuk melekatkan dua sisi kain, ditunjukkan oleh gambar

A.



B.



C.



D.



F. Rangkuman

1. Jaringan pada tumbuhan yang selalu aktif membelah dan memperbanyak diri adalah jaringan meristem. Meristem apikal menghasilkan 3 jenis jaringan primer, yaitu: a) protoderm yang menghasilkan sel epidermis; b) meristem dasar yang menghasilkan jaringan korteks; dan prokambium yang menghasilkan jaringan pembuluh primer, floem primer, dan xilem primer.
2. Diferensiasi dari jaringan meristem akan menghasilkan berbagai jenis jaringan permanen yang lain. Jaringan permanen pada tumbuhan yaitu epidermis, jaringan dasar, jaringan penyokong, jaringan pengangkut, serta jaringan gabus.
3. Kumpulan berbagai jenis jaringan akan membentuk suatu organ yang mempunyai fungsi tertentu pada tumbuhan yaitu akar, batang, daun, serta bunga.
4. Akar memiliki fungsi antara lain : 1) menyerap air, oksigen, dan garam-garam mineral dari dalam tanah; 2) Menguatkan posisi tumbuhan di atas tanah/substrat tempatnya hidup; 3) sebagian tumbuhan menyimpan cadangan makanan dalam akar.
5. Batang mempunyai fungsi di antaranya: a) menopang daun agar mudah terkena cahaya matahari; b) tempat pembuluh vaskuler yang mengantarkan air dan mineral dari akar dan menyalurkan zat makanan dari daun; dan c) cadangan makanan.
6. Daun memiliki beberapa fungsi, antara lain: a) tempat terjadinya fotosintesis untuk membuat karbohidrat; b) organ untuk pernapasan; c) tempat terjadinya transpirasi; d) tempat terjadinya gutasi.
7. Bunga merupakan modifikasi yang sangat kompleks dari daun, berfungsi untuk reproduksi secara generatif. Bagian-bagian pada bunga yang lengkap adalah perhiasan bunga yaitu kelopak dan mahkota, serta bagian alat kelamin yaitu benang sari dan putik. Jika terjadi proses fertilisasi, maka bunga akan menghasilkan buah.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah Anda menyelesaikan soal latihan di atas, Anda dapat menghitung tingkat keberhasilan Anda dengan menggunakan kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 75%, silahkan terus mempelajari kegiatan pembelajaran berikutnya. Namun jika Anda pencapaian Anda masih kurang dari 75%, sebaiknya Anda ulangi kembali mempelajari kegiatan pembelajaran ini.



Kegiatan Pembelajaran 1

H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus

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



Kegiatan Pembelajaran 2

Gaya dan Gerak

Kegiatan Pembelajaran 2.1 Kinematika: GLB dan GLBB

Kegiatan pembelajaran kelompok kompetensi D berfokus pada pembahasan tentang konsep gerak lurus, dan pengaruh gaya terhadap gerak berdasarkan Hukum Newton. Bahan ajar ini berisi uraian materi dan praktikum yang mengacu pada standar isi di Sekolah Menengah Pertama untuk mata pelajaran IPA.

Di dalam fisika pengertian gerak adalah perubahan tempat atau kedudukan baik hanya sekali maupun berkali-kali. Di dunia sains, gerak memiliki nilai besaran skalar dan vektor. Kombinasi dari kedua besaran tersebut dapat menjadi besaran baru yang disebut kecepatan dan percepatan. Apa yang terjadi pada sebuah benda saat gaya dikenakan pada benda tersebut? Apabila sebuah benda sedang bergerak, apakah gaya tersebut mengubah kecepatan benda itu? Perhatikan seorang pemain sepak bola yang baru saja menendang bola seperti ditunjukkan pada gambar di samping ini.



Gambar 24. Pemain Sepak Bola

(<http://www.dailymail.co.uk/sport/football/article-2279106/>)

Kecepatan bola tersebut tentunya berubah begitu benturan terjadi. Jadi gaya dapat mengubah kecepatan benda. Dalam modul ini Anda juga akan mempelajari penerapan gerak dalam kehidupan sehari-hari.

Jika guru belajar materi ini dengan kerja keras, profesional, kreatif dalam melakukan tugas sesuai instruksi pada bagian aktivitas belajar yang tersedia,



Kegiatan Pembelajaran 3

disiplin dalam mengikuti tahap-tahap belajar serta bertanggung jawab dalam membuat laporan atau hasil kerja maka kompetensi guru akan meningkat.

A. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini dengan kerja keras, disiplin, jujur, kreatif, kerjasama dan tanggung jawab, Anda diharapkan dapat memahami konsep gerak lurus, laju, kecepatan gerak terhadap percepatan, grafik gerak serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menjelaskan pengertian gerak
2. Membedakan laju dan kecepatan
3. Menganalisis grafik GLB (Gerak Lurus Beraturan)
4. Menentukan besar kecepatan rata-rata suatu benda
5. Menentukan percepatan suatu benda
6. Menentukan kecepatan gerak benda dengan percepatan
7. Menghitung jarak tempuh suatu benda pada GLBB (Gerak Lurus Berubah Beraturan)
8. Menganalisis grafik gerak lurus berubah beraturan
9. Menentukan waktu tempuh gerak benda dengan percepatan

C. Uraian Materi

1. Gerak

Galileo Galilei (1564-1642) adalah orang pertama kali menemukan hukum tentang gerak yang kemudian dirumuskan oleh Newton. Benda dikatakan bergerak terhadap benda lain (titik acuan) jika kedudukan antara kedua benda tersebut berubah, dengan kata lain bahwa gerak adalah perubahan posisi atau kedudukan suatu benda terhadap titik acuan tertentu. gerak bersifat relatif, artinya suatu benda dapat dikatakan bergerak terhadap suatu benda tertentu, tetapi tidak bergerak terhadap benda lainnya. Contohnya sopir yang mengemudikan bus tidak bergerak terhadap bus, tetapi sopir

tersebut bergerak terhadap jalan raya, pohon yang ada di tepi jalan. Benda bergerak atau mengalami perubahan kedudukan pada arah tertentu dikatakan mengalami perpindahan. Perpindahan adalah besaran vektor.

2. Laju

Laju adalah besaran skalar. **Jarak** adalah panjang lintasan yang ditempuh benda yang bergerak dalam waktu tertentu. Jarak dihitung seberapa jauh benda telah bergerak meninggalkan titik acuan sebagai posisi awal. **Perpindahan** adalah seberapa jauh benda tersebut berpindah dari titik acuan tanpa memperhatikan bentuk lintasan. Perpindahan diukur dengan menarik garis lurus dari titik awal ke titik akhir. **Laju** merupakan besarnya jarak yang ditempuh oleh suatu benda dalam tiap satuan waktu. **Kecepatan** adalah besarnya perpindahan per satuan waktu.

Jika suatu objek menempuh jarak sejauh l dalam selang waktu t , maka kelajuan rata-rata objek adalah:

$$\text{Kelajuan rata-rata} = \frac{\text{jumlahtotal jarak tempuh}}{\text{waktu yang diperlukan}}$$

Atau

$$v_{\text{rerata}} = \frac{l}{t}$$

Disini l adalah jarak tempuh total sepanjang lintasan pergerakan, seperti ketika anda membaca meter laju (*speedometer*), pada kendaraan anda.

3. Kecepatan

Kecepatan (v) adalah besaran vektor. Jika objek mengalami perpindahan sejauh s dalam selang waktu t , maka kecepatan rata-rata objek adalah:

$$\text{kecepatan rata-rata} = \frac{\text{perpindahan vektor}}{\text{waktu yang diperlukan}}$$

Atau

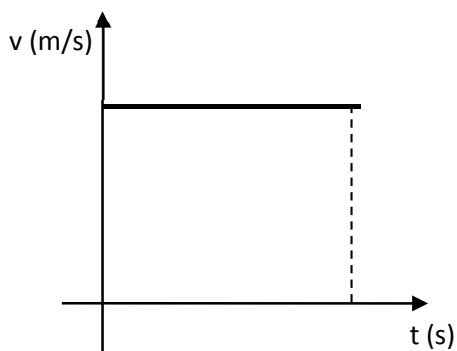
$$\vec{v}_{\text{rerata}} = \frac{\vec{s}}{t}$$



Kegiatan Pembelajaran 3

Disini arah vektor kecepatan \vec{v} sama dengan arah vektor perpindahan \vec{s} . Satuan kecepatan maupun laju adalah satuan jarak dibagi waktu seperti m/s atau km/jam.

4. Gerak Lurus Beraturan (GLB)



Gambar 25. Grafik GLB

Gerak lurus beraturan adalah gerak suatu benda yang lintasannya lurus dan kecepatannya tetap. Dalam gerak lurus beraturan, kecepatan rata-rata \bar{v} sama dengan kecepatan (v) benda. Grafik hubungan v dan t pada GLB:

5. Percepatan

Percepatan adalah perubahan kecepatan dalam selang waktu tertentu atau perubahan kecepatan dan ditulis sebagai

$$\vec{a} = \frac{\text{perubahan vektor kecepatan}}{\text{waktu yang diperlukan}}$$

Dalam bentuk persamaan

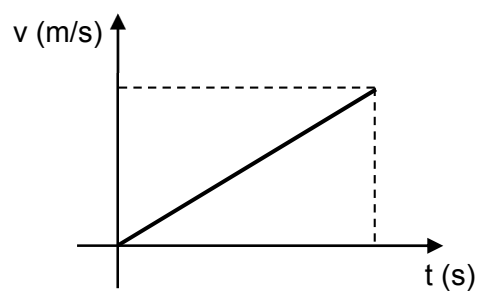
$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_i}{t}$$

Dimana, \vec{v}_f adalah kecepatan akhir dan \vec{v}_i adalah kecepatan awal dan t adalah selang waktu selama perpindahan terjadi. Satuan percepatan adalah satuan kecepatan dibagi dengan waktu. Sebagai contoh khusus, $m/s/s$ (atau m/s^2). Percepatan adalah besaran vektor, dimana arahnya searah dengan perubahan kecepatan $\vec{v}_f - \vec{v}_i$.



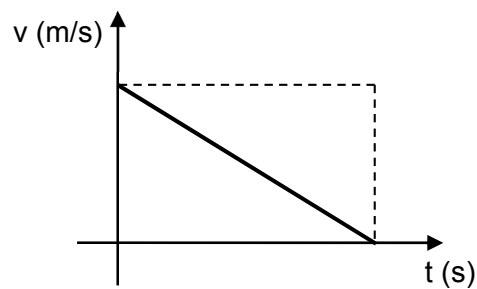
6. Gerak Lurus Berubah Beraturan (GLBB)

Gerak lurus berubah beraturan adalah gerak benda yang lintasannya lurus dan kecepatannya selalu berubah secara beraturan. Contohnya mobil dari keadaan diam, kemudian bergerak semakin cepat dan mobil dari keadaan bergerak cepat, kemudian direm secara perlahan-lahan sampai berhenti. Sehingga gerak lurus berubah beraturan ada dua kemungkinan, yaitu dipercepat atau diperlambat. Grafik hubungan kecepatan dan waktu pada GLBB dipercepat adalah:



Gambar 26. Grafik GLBB Dipercepat

Grafik hubungan antara kecepatan dan waktu pada GLBB diperlambat adalah:



Gambar 27. Grafik GLBB Diperlambat

7. Gerak dengan Percepatan Sepanjang Garis Lurus

Gerak dengan percepatan sepanjang garis lurus adalah suatu situasi khusus dari suatu gerakan objek dimana vektor percepatannya tetap sepanjang perpindahan vektor percepatannya mengikuti garis lurus, jadi arah kecepatan

Kegiatan Pembelajaran 3

\bar{v} dan percepatan \bar{a} bisa bertanda plus (+) atau minus (-). Untuk gerak dengan percepatan tetap kita dapatkan 5 persamaan yang masing-masing saling terkait yaitu:

$$\bar{s} = \bar{v}_{\text{rata}} \cdot t$$

$$\bar{v}_{\text{rata-rata}} = \frac{\bar{s}}{t}$$

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

$$\bar{a}_{\text{rata-rata}} = \frac{\bar{v}_f + \bar{v}_i}{2}$$

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

Sering s diubah menjadi x atau y , dan kadang-kadang \bar{v}_f ditulis dengan \bar{v}_t dan \bar{v}_i dengan \bar{v}_o .

8. Arah Gerak

Dalam menganalisis suatu gerakan arah gerak sangatlah penting, bisa negatif bisa positif sepanjang gerak lurus baik untuk jarak, kecepatan, atau percepatan.

9. Kecepatan sesaat

Bila suatu kecepatan rata-rata dalam selang waktu Δt mendekati nol, yaitu Δt menuju 0, dinamakan kecepatan sesaat. Dalam bentuk persamaan:

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

10. Analisis grafik

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menganalisis grafik dari suatu grafik gerak adalah sebagai berikut:

- Kecepatan sesaat dari suatu objek pada suatu waktu adalah kemiringan garis grafik dari hubungan perpindahan terhadap waktu yang nilainya dapat positif, negatif, atau nol.

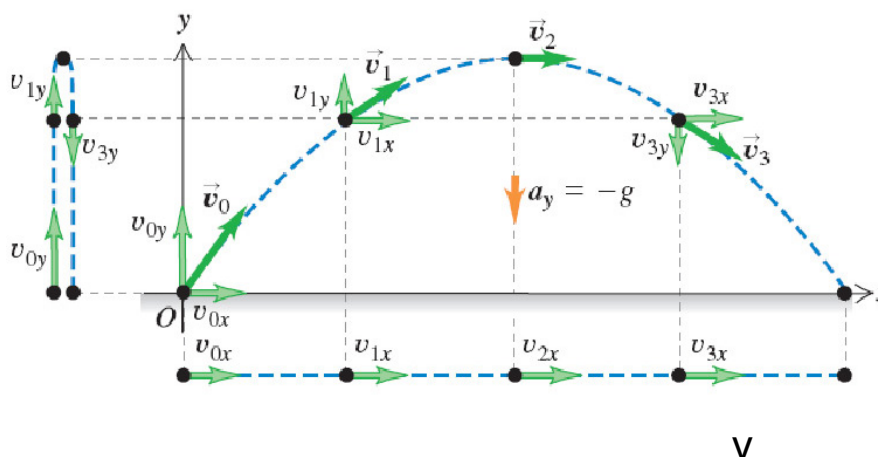
- b. Percepatan sesaat dari suatu objek pada suatu waktu adalah kemiringan garis grafik dari hubungan kecepatan terhadap waktu.
- c. Untuk suatu gerak dengan kecepatan tetap, dari grafik x-t adalah kemiringan garis lurus itu sendiri.
- d. Untuk suatu gerak dengan percepatan tetap, dari grafik v-t adalah kemiringan garis lurus itu sendiri.

11. Percepatan Akibat Gravitasi

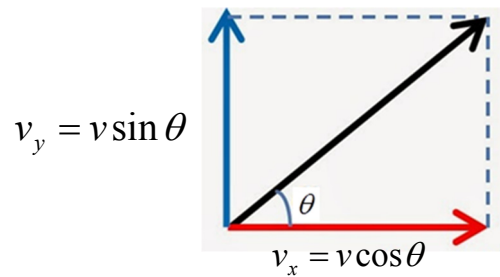
Percepatan akibat gravitasi (g) adalah percepatan yang hanya dipengaruhi oleh gaya gravitasi, sering juga dinamakan percepatan gravitasi atau percepatan benda jatuh bebas. Arah percepatan positif menuju ke bawah arah vertikal. Untuk Bumi percepatan gravitasi $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ dan nilai g ini bervariasi bergantung pada tempat, di Bulan percepatan gravitasi Bulan sebesar 1.6 m/s^2 .

12. Komponen kecepatan

Kita misalkan suatu objek bergerak dengan kecepatan \vec{v} mengarah bersudut θ ke atas sepanjang sumbu-x, seperti yang terjadi pada sebuah bola yang dilempar ke atas dan jatuh ke tanah atau pada saat kita sedang melempar bola ke udara akan ada kecepatan yang mengarah ke komponen sumbu-x, yaitu v_x dan ke komponen sumbu-y, yaitu v_y , lihat gambar 2.4



Kegiatan Pembelajaran 3



Gambar 28. Komponen-Komponen Kecepatan Bola pada Sumbu X dan Y

Nilai skalar dari komponen vektor tersebut masing-masing komponen adalah:

$$v_x = v \cos \theta$$

$$v_y = v \sin \theta$$

Nilai v_x dan v_y dapat bertanda negatif atau positif bergantung pada nilai sudut θ . Aturan sederhananya, jika \vec{v} berada pada kuadran-I; $v_x > 0$ dan $v_y > 0$. Jika \vec{v} berada pada kuadran-II; $v_x < 0$ dan $v_y > 0$. Jika \vec{v} berada pada kuadran-III; $v_x < 0$ dan $v_y < 0$. Dan jika Jika \vec{v} berada pada kuadran-IV; $v_x > 0$ dan $v_y < 0$.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pembelajaran pada kegiatan pembelajaran Kinematika: GLB dan GLBB terdiri atas empat bagian, yaitu diskusi materi, aktivitas praktik, latihan membuat soal dan pembahasan soal. Anda dipersilahkan melakukan aktivitas pembelajaran tersebut secara mandiri dengan penuh semangat dan tanggung jawab yang tinggi.

1. Diskusi Materi

Buatlah ringkasan uraian materi Kinematika: GLB dan GLBB dalam bentuk peta pikiran secara mandiri, kemudian diskusikan dalam kelompok. Selanjutnya perwakilan kelompok mempresentasikan hasil diskusi kelompok, anggota kelompok lain memperhatikan secara serius juga menanggapi secara aktif.

LK. D2.01 Diskusi Materi Topik Kinematika: GLB dan GLBB

Tujuan

Melalui diskusi kelompok peserta diklat mampu mengidentifikasi konsep-konsep penting pada topik Kinematika: GLB dan GLBB.

Langkah Kegiatan :

- Pelajarilah topik Kinematika: GLB dan GLBB dari bahan bacaan pada modul ini dan bahan bacaan lainnya!
- Diskusikan secara kelompok untuk mengidentifikasi konsep-konsep penting yang ada pada topik tersebut!
- Buatlah rangkuman materi tersebut dalam bentuk peta pikiran (*mind map*)!
- Presentasikanlah hasil diskusi kelompok Anda!
- Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!



Kegiatan Pembelajaran 3

2. Aktivitas Praktik

Setelah mengkaji materi tentang konsep Kinematika: GLB dan GLBB dengan mandiri, Anda dapat mempelajari kegiatan eksperimen yang dalam modul ini disajikan petunjuknya dalam lembar kegiatan. Untuk kegiatan ekaperimen, Anda dapat mencobanya mulai dari persiapan alat bahan, melakukan percobaan dan membuat laporannya. Sebaiknya Anda mencatat hal-hal penting untuk keberhasilan percobaan, Ini sangat berguna bagi Anda sebagai catatan untuk mengimplementasikan di sekolah.

Aktivitas dapat dilakukan dengan mandiri atau kerjasama terutama pada saat praktikum, kreatif dalam membuat laporan hasil kerja. Laporan yang dikumpulkan merupakan hasil musyawarah mufakat bersama dan jika ada perbaikan menjadi tanggung jawab semua anggota kelompok.

Selanjutnya perwakilan peserta mempresentasikan hasil percobaan, peserta lain menyimak presentasi dengan cermat dan serius sebagai penghargaan kepada pembicara.



LK.D2.02: KECEPATAN DAN PERCEPATAN

1) Tujuan

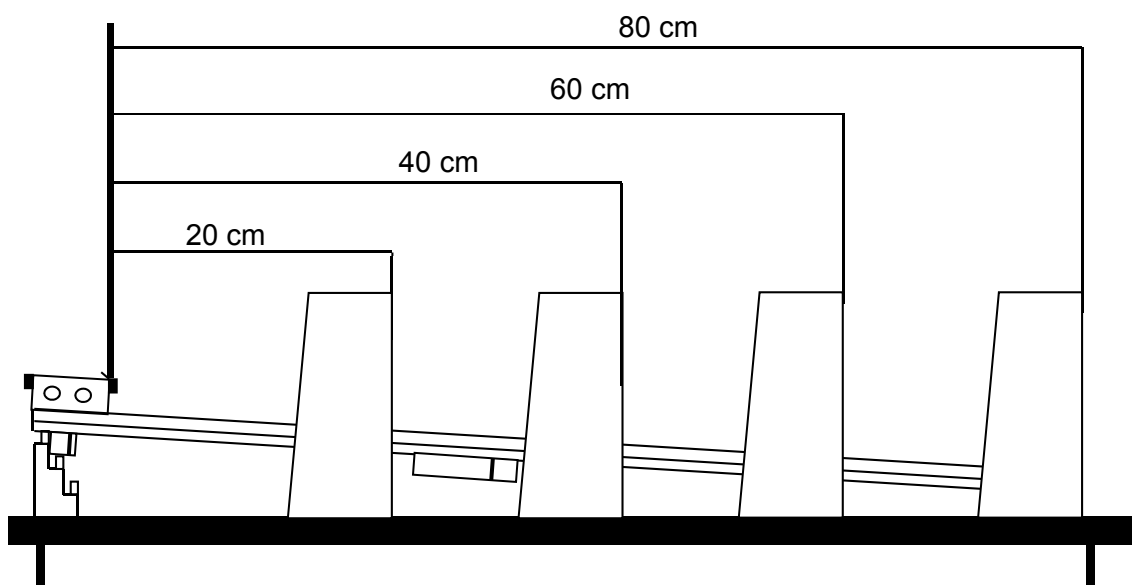
Mampu menentukan percepatan suatu benda bergerak berdasarkan perubahan kecepatan selama waktu tertentu

2) Alat dan Bahan

- Kereta dinamika
- Rel (landasan gerak)
- Balok bertingkat
- *Stopwatch*
- Meja optik
- Penggaris

3) Percobaan/Prosedur

- a) Letakkan rel yang telah terpasang pada balok bertingkat di tingkat tertinggi
- b) Letakkan kereta pada kedudukan yang tertinggi di atas rel
- c) Pada jarak 20 cm dari kereta letakkan meja optik (lihat gambar berikut ini).





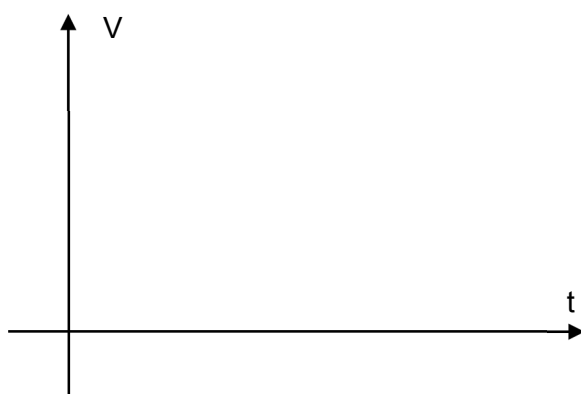
Kegiatan Pembelajaran 3

- d) Ukur waktu dari pelepasan kereta sampai dengan mulai terlihat di belakang meja optik.
- e) Ulangi langkah b sampai dengan d dan catat waktu yang dicapai dalam tabel
- f) Ulangi langkah b sampai dengan e dengan terlebih dahulu mengubah jarak meja optik dari kereta menjadi 40 cm, 60 cm dan 80 cm.
- g) Untuk setiap percobaan hitung percepatan benda yang terjadi, dan catat dalam tabel.

Tabel pengamatan :

Jarak	20 cm	40 cm	60 cm	80 cm
Waktu (s)	$t_1 = \dots$	$t_2 = \dots$	$t_3 = \dots$	$t_4 = \dots$
Kecepatan (m/s)	$V_1 = \dots$	$V_2 = \dots$	$V_3 = \dots$	$V_4 = \dots$
Percepatan (m/s ²)	$\frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \dots$

8. Gambarkan grafik hubungan antara kecepatan (V) terhadap waktu (t) !



4) Kesimpulan

.....

.....



3. Penyusunan Soal Berbasis Kelas

LK.D2.03 Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Kinematika: GLB dan GLBB

Buatlah secara mandiri tiga buah soal pilihan ganda pada topik Kinematika: GLB dan GLBB yang dilengkapi dengan kisi-kisi. Gunakanlah format kisi-kisi yang telah disediakan. Cara pengembangan instrumen pilihan ganda dapat Anda pelajari pada modul **Pedagogi Kelompok Kompetensi G (Topik Pengembangan Instrumen Penilaian)**. Pilihlah indikator soal berdasarkan kisi-kisi Ujian Nasional yang terdapat pada bagian **Lampiran 1**. Diskusikanlah dengan teman-teman guru lainnya secara kolaboratif kisi-kisi dan soal yang telah anda buat.

Format Kisi-kisi Soal

No	Indikator Soal	Level Kognitif	Butir Soal	Kunci Jawaban
1				
2				
3				
4				
5				
6				

4. Pembahasan Soal

Dalam aktivitas pembelajaran 1 ini diharapkan pembaca mencoba menganalisis persoalan-persoalan berikut beserta pemecahannya agar diperoleh kemampuan pemahaman yang menyeluruh dari setiap indikator yang diharapkan dikuasai. Contoh-contoh persoalan tersebut sebagai berikut:

- 1) Seorang pelari mengelilingi satu putaran lapangan yang kelilingnya 200 m dalam waktu 25 sekon. Berapakah (a) lajunya, (b) kecepatannya

Penyelesaian-1

- a. Dari definisi bahwa laju rata-rata adalah

$$\text{Laju rata-rata} = \frac{\text{jarak yang ditempuh}}{\text{waktu yang diperlukan}} = \frac{200 \text{ m}}{25 \text{ s}} = 8 \text{ m/s}$$

- b. Pelari berlari 1 putaran, artinya kembali ke titik awal semula, karena kecepatan adalah vektor, dari titik awal ke titik awal lagi untuk sebuah vektor bernilai sama dengan nol, maka kecepatan rata-ratanya adalah

$$\bar{V}_{\text{rata-rata}} = \frac{0 \text{ m}}{25 \text{ s}} = 0 \text{ m/s}$$

- 2) Suatu benda bergerak dari keadaan diam dipercepat dengan percepatan 8 m/s^2 sepanjang garis lurus. Carilah (a) kecepatan setelah 5 sekon, (b) jarak tempuh setelah 5 sekon tersebut?

Penyelesaian-2

- a. Dengan mengambil arah gerak + arah x (yaitu $s = x$). Dari soal kecepatan awal $v_i = 0$, $t = 5$ sekon, dan $a = 8 \text{ m/s}^2$ dan gerak ini adalah gerak dengan percepatan uniform, yaitu a nya tidak berubah selama gerak lurus. Selanjutnya kita masukkan pada persamaan gerak berikut

$$v_{fx} = v_{if} + at = 0 + (8 \text{ m/s}^2)(5 \text{ s}) = 40 \text{ m/s}$$

- b. Kecepatan rata-ratanya adalah

$$v_{\text{rerata}} = \frac{v_{ix} + v_{fx}}{2} = \frac{0 + 40}{2} \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$$

$$\text{Jarak tempuh } s = v_{\text{rata-rata}} \cdot t = 20 \text{ m/s} \cdot 5 \text{ s} = 100 \text{ meter}$$

- 3) Sebuah mobil truk mengalami pertambahan laju dari 15 km/jam menjadi 60 km/jam dalam waktu 20 detik. Tentukan (a) kecepatan rata-rata, (b) percepatan, dan (c) jarak tempuh. Catatan. Ubah semua satuan dalam meter untuk jarak dan dalam detik untuk waktu.

Penyelesaian-3

Kita ubah terlebih satuannya

$$v_{ix} = (15 \frac{km}{jam})(1000 \frac{m}{km})(\frac{1}{3600} \frac{jam}{sekon}) = 4.17 m/s$$

Dengan cara yang sama

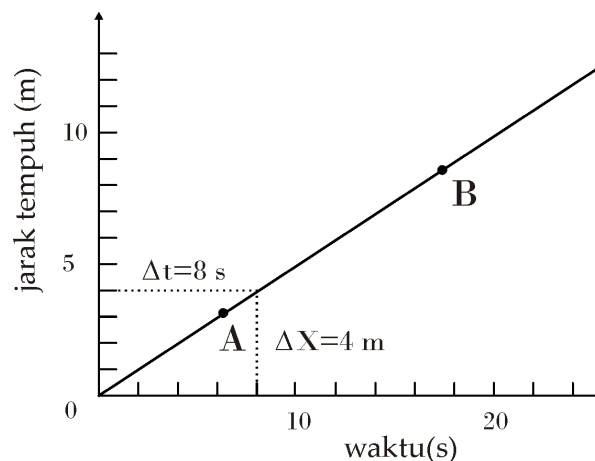
$$v_{fx} = 60 km / jam = 16.7 m/s$$

$$(a) v_{rerata} = \frac{v_{ix} + v_{fx}}{2} = \frac{4.17 + 16.7}{2} m/s = 10.4 m/s$$

$$(b) a = \frac{v_{fx} - v_{ix}}{t} = \frac{(16.7 - 4.17)m/s}{20s} = 0.6 m/s^2$$

$$(c) x = v_{rerata}t = (10.4 m/s)(20s) = 208 m$$

- 4) Sebuah mobil bergerak lurus dan angka speedomernya digrafikkan seperti pada gambar berikut.



Carilah laju sesaat di titik A dan di titik B, berapa pula kecepatan mobil bergerak, dan berapa pula percepatannya.

Penyelesaian-4

Kegiatan Pembelajaran 3

Karena laju merupakan kemiringan garis $\frac{\Delta X}{\Delta t}$ atau tangen garis, kita ambil

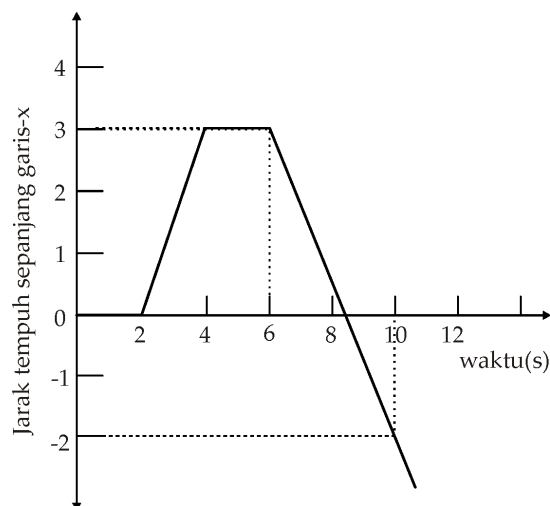
dititik A pada kurva, besar tangen $\frac{\Delta X}{\Delta t}$ adalah

$$\frac{\Delta X}{\Delta t} = \frac{4}{8} = 0.5m/s$$

Nilai kecepatan juga sama merupakan nilai tangen dari kemiringannya, karena arahnya tak berubah, jadi

$$\frac{\Delta X}{\Delta t} = \frac{4}{8} = 0.5m/s$$

5) Sebuah benda bergerak sepanjang garis lurus-x ditunjukkan pada grafik.



Gambar 5

Dari grafik diatas tentukanlah kecepatan tiap interval waktu!

Penyelesaian-5

Kecepatan objek pada setiap saat adalah merupakan kemiringan garis dari hubungan jarak terhadap waktu. Kemiringan garis di antara saat $t=0$ s sampai $t=2$ sekon adalah nol atau diam karena x nya tak berubah. Pada saat $t=2$ detik, objek mulai bergerak searah sumbu-x dengan kecepatan tetap, kemiringan garis positif dan tetap. Pada interval $t=0$ s dan $t=4$ s, kecepatan rata-ratanya adalah

$$v_{rata} = \text{kemiringan} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{3m - 0m}{4s - 2s} = \frac{3}{2} = 1.5m/s$$

Selama interval $t=4$ s s/d $t=6$ s, objek diam, kemiringan nol dan x tidak berubah dalam interval ini. Untuk $t=6$ s/d $t=10$, kemiringan garisnya adalah

$$v_{\text{rata}} = \text{kemiringan} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i} = \frac{-2m - 3m}{10s - 6s} = \frac{-5}{4} = -1.3m/s$$

- 6) Sebuah bola tiba-tiba jatuh dari keadaan diam pada ketinggian 50 m dari tanah. (a) berapa kecepatan sebelum menyentuh tanah, (b) berapa lama dari saat jatuh hingga menyentuh tanah?

Penyelesaian-6

Pada penyelesaian untuk soal ini, kita anggap gesekan dengan udara diabaikan, bola mengalami percepatan serba sama ,uniform, dengan percepatan gravitasi dengan arah ke bawah positif sebesar $a=9.81$ m/s². Jarak tempuh diketahui, yaitu

$$y = 50\text{m dan } a = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\begin{aligned} \text{(a)} \quad v_{fy}^2 &= v_{iy}^2 + 2ay \\ v_{fy}^2 &= 0 + 2(9.81\text{m/s}^2)(50\text{m}) = 981\text{m}^2/\text{s}^2 \\ v_{fy} &= 31.1\text{m/s} \end{aligned}$$

$$\text{(b)} \quad a = \frac{v_{fy} - v_{iy}}{t}, \quad t = \frac{31.3 - 0}{9.81} = 3.19\text{s}$$

- 7) Sebuah mobil bergerak mula-mula dengan kecepatan 30 m/s. Dalam selang waktu 5 detik kecepatannya menjadi 10 m/s.

- (a) tentukan percepatan mobil
(b) jarak tempuh antara selang setelah 3 detik dan 2 detik.

Penyelesaian-7

Kita misalkan arah gerak positif sumbu-x.

- (a) Dalam interval 5 detik kecepatan berubah menjadi 10 m/s, percepatannya adalah

$$a = \frac{10 - 30}{5} = \frac{-20}{5} = -4\text{m/s}^2,$$

(tanda negatif menyatakan perlambatan)

Kegiatan Pembelajaran 3

(b) Persamaan jarak tempuh umum adalah

$$x(t) = v_i t + \frac{1}{2} a t^2$$

Jarak tempuh dalam selang antara 3 dan 2 detik adalah

X = (jarak tempuh selama 3 detik) - (jarak tempuh selama 2 detik)

$$x(3s) = (30m/s)(3s) + \frac{1}{2}(-4m/s^2)(3s)^2 = 90 - 18 = 72m$$

$$x(2s) = (30m/s)(2s) + \frac{1}{2}(-4m/s^2)(2s)^2 = 60 - 8 = 52m$$

$$x = x(3s) - x(2s) = 72 - 52 = 20m$$

8) Dalam selang jarak 90 m, kecepatan sebuah kereta yang bergerak dikurangi dari 15 m/s menjadi 7 m/s. (a) hitung percepatan (b) pada saat percepatan konstan, berapa jauh kereta akan terhenti?

Penyelesaian-8

Kita gunakan arah sumbu-x arah positif

(a) Dengan menggunakan persamaan $v_{fx}^2 = v_{ix}^2 + 2as$

$$a = \frac{(7m/s)^2 - (15m/s)^2}{(2)(90)} = \frac{49 - 225}{180} = -0.9m/s^2$$

(b) Kondisi baru dimana $v_{ix} = 7m/s$, $v_{fx} = 0m/s$, dan $a = -0.9m/s^2$

$$s = \frac{(0m/s)^2 - (7m/s)^2}{(2)(-0.98)} = \frac{-49}{-1.8} = 25m$$

9) Sebuah bola dilempar ke atas vertikal di Bulan dan bola kembali setelah 4 detik ke saat mulai dilempar. Percepatan gravitasi Bulan 1.6 m/s². Carilah kecepatan awal bola saat dilempar?

Penyelesaian-9

Kita ambil arah positif ke atas, untuk perjalanan dari awal hingga bola berakhir, berarti $y=0$.

$$0 = v_{oy}(4s) + \frac{1}{2}(-1.6m/s^2)(4)^2 s^2$$

$$0 = v_{oy}(4s) - \frac{1}{2}(1.6)16m$$

$$0 = v_{oy}(4s) - 12.8m$$

$$v_{oy} = 3.2m/s$$

- 10) Sebuah bis bergerak dengan kecepatan 20 m/s kemudian memperlambat geraknya dengan kecepatan konstan sebesar 3 m/s tiap satu detik. Berapa jarak tempuh bis sebelum berhenti?

Penyelesaian-10

$$0 = (v_o)^2 + 2as$$

$$s = \frac{-(v_o)^2}{-2a} = \frac{-(20)^2}{-2(3)} = \frac{-400}{-6} = 66.6m/s^2$$

- 11) Sebuah batu dilempar tegaklurus ke atas hingga mencapai ketinggian 20 m, ($g=9.81m/s$). Berapa kecepatan awal batu?

Penyelesaian-11

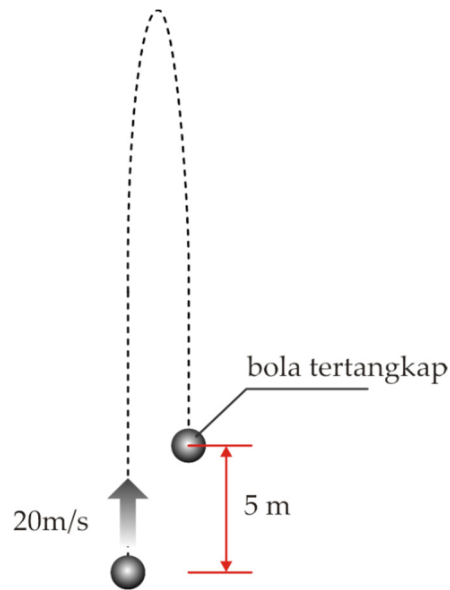
$$v_{fy}^2 = v_{iy}^2 + 2ay$$

$$0 = v_{iy}^2 + 2(9.81)(20)$$

$$v_{iy} = \sqrt{2(9.81)(20)} = 19.8$$

- 12) Sebuah batu dilempar ke atas dengan kecepatan awal 20 m/s. Batu ditangkap pada jarak 5 m dari saat di lempar, lihat gambar 2. (a) Berapa kecepatan batu saat tertangkap (b) Berapa lama lintasan batu?

Kegiatan Pembelajaran 3



Gambar 2

Penyelesaian-12

Kita ambil arah positif kecepatan ke atas. Jarak sebelum tertangkap adalah 5, jadi $y=5\text{ m}$, dan $a=9.81\text{m/s}^2$.

(a) Kita gunakan persamaan $v_{fy}^2 = v_{iy}^2 + 2ay$

Diperoleh

$$v_{fy} = (20\text{m/s})^2 + 2(-9.81\text{m/s}^2)(5\text{m})$$

$$v_{fy}^2 = (20\text{m/s})^2 + 2(-9.81\text{m/s}^2)(5\text{m})$$

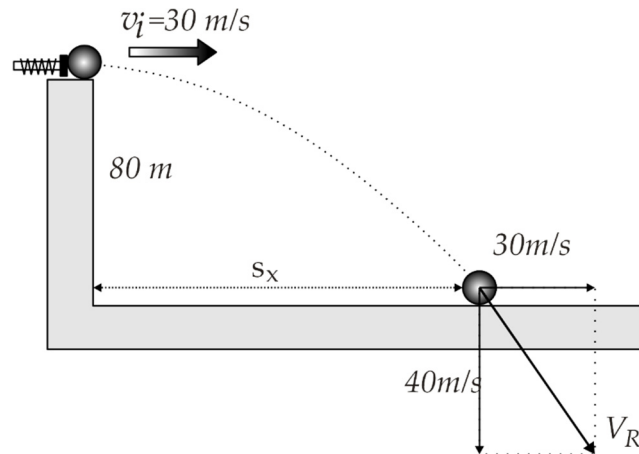
$$v_{fy} = \pm\sqrt{302\text{m}^2/\text{s}^2} = -17\text{m/s}$$

(b) Kita gunakan $a = \frac{(v_{fy} - v_{iy})}{t}$

$$t = \frac{(-17\text{m/s} - 20\text{m/s})}{-9.81} = 3.8\text{s}$$

- 13) Seperti pada gambar di bawah ini. Suatu penendang bola/projektil menendang bola arah horizontal dengan kecepatan awal 30 m/s dari ketinggian 80 m hingga jatuh ke landasan projektil, abaikan gesekan dengan udara. (a) berapa detik bola saat menyentuh landasan lintasan?

- (b) Berapa jarak S_x pada gambar. (c) Berapa resultan kecepatan V_R bola saat jatuh ke landasan?



Penyelesaian-13

Gerak vertikal dan gerak horizontal keduanya terpisah tidak saling bergantung. Gerak vertikal hanya dipengaruhi gaya gravitasi dengan percepatan $a=9.81 \text{ m/s}^2$ dan gerak horizontal tidak dipengaruhi gaya (gesekan udara diabaikan) jadi kecepatan gerak horizontal tetap sepanjang garis horizontal.

- (a) Gerak vertikal sama dengan gerak jatuh bebas, dengan demikian

$$-80 = 0 + \frac{1}{2}(-9.81 \text{ m/s}^2)t^2$$

$$t = \pm \sqrt{\frac{80}{4.905}} = 4$$

- (b) $x = vt = (30)(4) = 120 \text{ m}$

- (c) Resultan vektor kecepatannya adalah

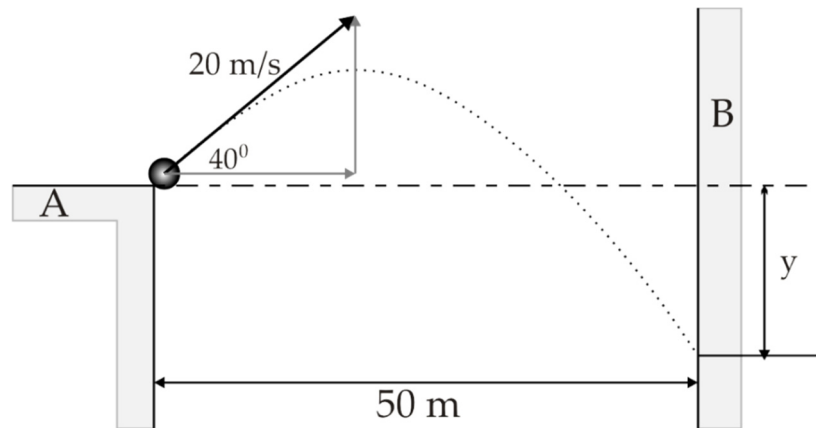
$$v_y = \sqrt{2gh} = \sqrt{2(9.81)(80)} = 39.6 \text{ m/s} = 40 \text{ m/s}$$

$$v_x = 30 \text{ m/s}, (\text{sama dengan kecep tan awal, tak ada gesekan})$$

$$V_R = \sqrt{v_y^2 + v_x^2} = \sqrt{(40 \text{ m/s})^2 + (30 \text{ m/s})^2} = 50 \text{ m/s}$$

- 14) Seperti yang dilukiskan pada gambar 4, bola dilempar dari bangunan A ke dinding bangunan B. Berapa tinggi y dari kedudukan saat terlempar, lihat gambar?

Kegiatan Pembelajaran 3



Penyelesaian-14

Kecepatan arah sumbu-x

$$v_x = v_o \cos \theta = 20 \cos 40 = 15.32 \text{ m/s}$$

$$t_x = \frac{x}{v_x} = \frac{50 \text{ m}}{15.32 \text{ m/s}} = 3.26 \text{ s}$$

$$v_y = -v_o \sin \theta = -20 \sin 40 = -12.86 \text{ m/s}$$

$$y = -v_o \sin \theta t + \frac{1}{2} (9.81 \text{ m/s}^2) t_x^2$$

$$y = (-12.86 \text{ m/s})(3.27 \text{ s}) + \frac{1}{2} (9.81 \text{ m/s}^2)(3.27 \text{ s})^2$$

$$y = -41.92 + 52.13 = 10.26 \text{ m (y positif dihitung dari kedudukan saat bola dilempar)}$$

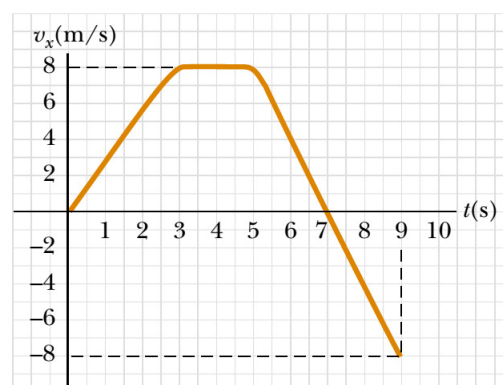
E. Latihan / Kasus /Tugas

Soal pilihan ganda/isian/uraian berikut sebagai sarana untuk berlatih penguasaan materi dan juga merupakan contoh yang dapat diadaptasi oleh Anda dalam mengembangkan soal sejenis, baik untuk penilaian formatif, sumatif, maupun ujian.

I. Pilihan Ganda

Setelah mempelajari topik **Kinematika: GLB dan GLBB**, silahkan Anda mencoba mengerjakan latihan soal secara mandiri, teliti dan selanjutnya diskusikan dalam kelompok.

1. Pramusaji yang berjalan dalam kereta api yang sedang melaju, diam terhadap
 - A. rel kereta api
 - B. penumpang
 - C. lokomotif
 - D. troli makannya
2. Suatu benda dikatakan relatif tidak bergerak terhadap benda lain, jika....
 - A. kecepatan kedua benda sama dan searah
 - B. kecepatan kedua benda sama dan tidak searah
 - C. arah kedua benda tetap dan jaraknya tetap
 - D. arah kedua benda berubah dan jaraknya tetap
3. Perhatikan gambar berikut!



Jarak yang ditempuh pada detik ke 7 – 9 adalah



Kegiatan Pembelajaran 3

- A. -16m
 - B. -8 m
 - C. 8 m
 - D. 16 m
4. Suatu robot telah melakukan perjalanan sejauh 1200 m. Kecepatan rata-rata robot bergerak 20 m/s. Berapa lama robot untuk menempuh jarak sejauh itu?
- A. 0,017 s
 - B. 0,60 s
 - C. 60 s
 - D. 24.000 s
5. Tamsil dan Ramfiki berlari menuju arah yang sama, dari tempat yang sama. Tamsil bergerak dengan kecepatan 5 m/s, 4 sekon kemudian Ramfiki bergerak dengan kecepatan 8 m/s. Setelah berapa sekon Ramfiki bergerak menyusul Tamsil . . .
- A. $\frac{20}{3}$ sekon
 - B. $\frac{24}{3}$ sekon
 - C. $\frac{27}{3}$ sekon
 - D. $\frac{32}{3}$ sekon

II. Uraian

1. Seorang anak meluncurkan roket hingga naik ke udara setinggi 380 m dalam waktu 40 detik. Tentukan laju rata-rata roket?
2. Suatu robot telah melakukan perjalanan sejauh 1200 m. Kecepatan rata-rata robot bergerak 20 m/s. Berapa lama robot untuk menempuh jarak sejauh itu?
3. Sebelum bergerak speedometer mobil terbaca 22687 km dan setelah perjalanan selama 4 jam terbaca 22791 km. Berapa kecepatan rata-rata mobil bergerak?

4. Sebuah mobil bergerak dengan laju 25 km/jam dalam waktu 4 menit, lalu bergerak lagi dengan kecepatan 50 km/jam dalam waktu 8 menit, dan terakhir dengan kecepatan 20 km/jam dalam waktu 2 menit. (a) carilah total jarak tempuh dalam km, (b) laju rata-rata dalam m/s,
5. Seorang pelari menempuh 1.5 putaran lapangan berbentuk lingkaran selama 50 detik. Keliling lapangan 126 m (atau diameternya sekitar 40 m). (a) tentukan laju rata-rata selama ia menempuh lapangan tersebut, (b) besar dan nilai kecepatan rata-ratanya.
6. Dengan kecepatan awal awal 8 m/s sebuah benda bergerak sepanjang garis lurus dengan percepatan tetap menempuh jarak 640 m dalam selang waktu 40 s. Untuk dalam jangkauan 40 s, carilah (a) kecepatan rata-rata, (b) kecepatan akhir, dan (c) percepatannya.
7. Sebuah truk bergerak dari keadaan diam dengan percepatan tetap 5 m/s². Carilah laju dan jarak tempuh setelah 4 detik?
8. Sebuah mobil bergerak dengan percepatan serbasama melalui dua “chek point” yang terpisah berjarak 30 m. Waktu yang diperlukan antara dua check point 4 detik jika kecepatan pada saat chek point pertama kecepataannya 5 m/s. Carilah percepatan mobil dan laju di chek point kedua.
9. Sebuah pesawat memulai bergerak dari keadaan diam kemudian dipercepat sepanjang garis lurus di landasan sebelum take-off. Dalam 600 m diperlukan waktu 12 s. Carilah (a) percepatan , (b) laju setelah 12 detik.
10. Sebuah benda bergerak dengan kecepatan 13 m/s lalu mengurangi kecepataannya sebesar 2 m/s tiap 1 detik selama waktu 6 detik. Tentukan (a) laju akhir, (b) jarak tempuh dalam jangkauan 6 detik, (b) laju dalam jangkauan 6 detik.
11. Kelereng jatuh bebas dari ketinggian suatu jembatan ke permukaan air sungai dan setelah 5 s kelereng menyentuh air. (a) tentukan laju saat menyentuh air, (b) tinggi jembatan dari permukaan air.

F. Rangkuman

Konsep-konsep, teori, dan persamaan dari yang telah dibahas untuk memecahkan beberapa persoalan tentang membahas gerak lurus berubah beraturan GLB dan gerak lurus berubah beraturan GLBB yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. Gerak adalah perubahan posisi atau kedudukan suatu benda terhadap titik acuan tertentu
2. Benda bergerak atau mengalami perubahan kedudukan pada arah tertentu dikatakan mengalami perpindahan
3. Laju (u) adalah perubahan jarak dibagi selang waktu selama perubahan jarak tempuh
4. Laju rata-rata = $(\text{jarak tempuh akhir} - \text{jarak tempuh awal})/\text{waktu tempuh dari awal sampai akhir benda bergerak}$.
5. Kecepatan (v) adalah vektor jarak tempuh dibagi waktu yang diperlukan selama perubahan jarak.
6. Gerak lurus beraturan (GLB) adalah gerak suatu benda yang lintasannya lurus dan kecepatannya tetap
7. Kecepatan rata-rata adalah = perubahan jarak dibagi perubahan waktu
8. Percepatan rata-rata adalah = perubahan kecepatan dibagi dengan waktu untuk perubahan kecepatan
9. Gerak lurus berubah beraturan (GLBB) adalah gerak benda yang lintasannya lurus dan kecepatannya selalu berubah secara beraturan.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 75%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 75%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan pembelajaran ini.

H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus

Bagian I:

1. D
2. A
3. C
4. C
5. D

Bagian II:

- 1) 9.5 m/s
- 2) 60 s
- 3) 26 km/jam atau 7.2 m/s
- 4) (a) 9 km, (b) 10.7 m/s
- 5) (a) 3.8 m/s , (b) 0.8 m/s

$$6) \quad (a) u = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{640m}{40s} = 16m/s$$


$$(b) x(t) = v_0 t + 1/2(a)(t)^2$$

$$x(t = 40) = 8 \cdot 40 + 1/2(a)(40)^2$$

$$640 = 320 + 1/2(a)1600$$

$$a = \frac{640 - 320}{800} = \frac{320}{800} = 0.4m/s^2$$

$$v_f = v_0 + at = 8 + 0.4(40) = 8 + 16 = 24m/s$$



Kegiatan Pembelajaran 3

(c)

$$a = \frac{v_f - v_o}{t} = \frac{24 - 8}{40} = \frac{16}{40} = 0.4 \text{ m/s}^2$$

7) Laju=kecepatan akhir

$$v_f = v_o + at$$

$$v_f = 0 + 5.4 = 20 \text{ m/s}$$

Jarak tempuh

$$x(t = 4) = 1/2 at^2 = (0.5)(5)(4)^2 = 40$$

8)

$$x(t) = v_o t + 1/2(a)(t)^2$$

$$x(t = 4) = 5.4 + 1/2(a)(4)^2$$

$$30 = 20 + 8a$$

$$a = \frac{10}{8} = 1.25 \text{ m/s}^2$$

$$v_f = v_o + at$$

$$v_f = 5 + 1.25(4) = 5 + 5 = 10 \text{ m/s}$$

9)

$$600 = 0.5.a(12)^2$$

$$a = \frac{1200}{144} = 8.3 \text{ m/s}^2$$

$$v_f = at = 8.3(12) = 100 \text{ m/s} = 0.1 \text{ km/s}$$

10)

(a)

$$v_o = 13 \text{ m/s}$$

$$a = -2 \text{ m/s}^2$$

$$v_f = v_o + at$$

$$v_f = 13 - 2(6) = 13 - 12 = 1 \text{ m/s}$$

(b)

$$x(t = 6) = v_o t + 0.5at^2$$

$$x(t = 6) = 13(6) + 0.5(-2)(6)^2 = 78 - 36 = 42m$$

(c)

$$u = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{42m}{6s} = 7m/s$$

(a)

$$11) \quad v_f = v_o + at$$

$$v_f = 0 + 9.8(5) = 49.05 \text{ m/s}$$

(b)

$$x(t) = v_o t + 0.5at^2$$

$$x(t = 5) = 0.5(9.81)(5)^2 = 123m$$

Kegiatan Pembelajaran 2.2 : Dinamika: Gaya Dan Gerak

Kegiatan pembelajaran ini berfokus pada pembahasan tentang materi fisika tentang dinamika gerak dan gaya. Bahan ajar ini berisi uraian materi dan praktikum yang mengacu pada standar isi di Sekolah Menengah Pertama untuk mata pelajaran IPA. Modul pelatihan ini disusun sebagai bahan belajar guru untuk mencapai kompetensi sesuai dengan kompetensi guru mata pelajaran yang telah ditetapkan.

Di dalam fisika pengertian gerak adalah perubahan tempat atau kedudukan baik hanya sekali maupun berkali-kali. Di dunia sains, gerak memiliki nilai besaran skalar dan vektor. Kombinasi dari kedua besaran tersebut dapat menjadi besaran baru yang disebut kecepatan dan percepatan. Apa yang terjadi pada sebuah benda saat gaya dikenakan pada benda tersebut? Apabila sebuah benda sedang bergerak, apakah gaya tersebut mengubah kecepatan benda itu?

Perhatikan seorang pemain sepak bola yang baru saja menendang bola seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Kecepatan bola tersebut tentunya berubah begitu benturan terjadi. Jadi gaya dapat mengubah kecepatan benda.



Gambar 29. Tendangan Pemain Sepak Bola
(<https://www.forbes.com/sites/kurtbadenhausen/2014/09/05/>)

Dalam modul ini Anda juga akan mengaplikasikan hukum kedua Newton, dan menganalisis gerak serta membedakan berat dan massa.

Jika guru belajar materi ini dengan kerja keras, profesional, kreatif dalam melakukan tugas sesuai instruksi pada bagian aktivitas belajar yang tersedia, disiplin dalam mengikuti tahap-tahap belajar serta bertanggung jawab dalam membuat laporan atau hasil kerja maka kompetensi guru akan meningkat.



A. Tujuan

Setelah guru mempelajari modul ini dengan kerja keras, disiplin, jujur, kreatif, kerjasama dan tanggungjawab, diharapkan dapat memahami hal-hal yang berhubungan dengan materi fisika tentang dinamika gerak dan gaya.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menjelaskan gaya
2. Menjelaskan Hukum II Newton
3. Mengaplikasikan Hukum II Newton
4. Menganalisis Hukum II Newton
5. Menganalisis pengaruh gaya pada gerak benda
6. Membedakan antara berat dan massa

C. Uraian Materi

1. Massa Benda

Massa objek adalah ukuran inersia objek. Inersia adalah kecenderungan suatu benda untuk tetap diam atau bergerak sinambung dengan kecepatan tetap. Untuk memudahkan pengertian ini, beberapa ilmuwan mendefinisikan tentang massa sebagai hakekat suatu jumlah atau besaran suatu materi.

2. Standar Kilogram

Standar kilogram adalah standar satu kilogram massa objek. Massa objek yang lainnya akan selalu dibandingkan terhadap massa ini. Satu *gram massa* adalah kesetaraan massa dari 0.001 kg.

3. Gaya

Secara umum gaya adalah agen untuk melakukan perubahan. Dalam mekanika ditafsirkan sebagai sesuatu yang dapat mengubah kecepatan suatu benda. Gaya adalah besaran vektor, mempunyai besar dan arah. Gaya luar adalah suatu sumber gaya lain dari suatu sistem yang berada diluar yang mempengaruhinya.



4. Gaya Luar

Gaya yang bekerja terhadap suatu benda yang dapat menyebabkan benda itu mengalami percepatan yang searah dengan arah gaya luar tersebut. Percepatan sebanding dengan arah gaya dan berbanding terbalik dengan massa benda.

5. Hukum Pertama Newton

Suatu objek diam akan selalu cenderung diam dan jika objek bergerak akan selalu bergerak dengan kecepatan tetap, terkecuali kecepatan berubah apabila dipengaruhi oleh gaya luar. Adanya gaya ditandai dengan adanya perubahan gerak. Pernyataan hukum pertama Newton dapat ditulis sebagai

$$r = r_o + vt$$

Dimana r adalah kedudukan suatu benda, v kecepatan dan t adalah waktu.

6. Hukum Kedua Newton

Pernyataan hukum kedua Newton merupakan acuan adanya konsep momentum. Pernyataan hukum kedua Newton ini adalah bahwa, jika resultan gaya bersih yang bekerja pada suatu benda tidak sama dengan nol, maka akan ada percepatan yang terjadi pada benda yang arahnya searah dengan resultan gaya tersebut. Untuk suatu percepatan \bar{a} dalam satuan m/s^2 sebanding dengan gaya \bar{F} dalam satuan Newton dan berbanding terbalik dengan massa m dalam satuan kilogram dari benda tersebut. Pernyataan ini dapat ditulis sebagai

$$\bar{a} = \frac{\bar{F}}{m} \dots\dots(*)$$

(catatan*: berlaku juga pada teori relativitas bahwa untuk suatu gaya F yang tetap, jika a berubah besar hingga kecepatan benda v mendekati kecepatan cahaya c maka m juga berubah). Pernyataan (*) dalam bentuk komponen-komponen vektor dapat dinyatakan sebagai

$$\sum F_x = ma_x \text{ dan } \sum F_y = ma_y$$

Dimana F disini adalah gaya luar yang bekerja pada benda.

7. Hukum Ketiga Newton

Munculnya pasangan gaya akibat adanya interaksi antara materi dengan materi. Setiap adanya gaya, akan mendorong benda lain memunculkan gaya yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan. Sering hukum ketiga Newton ini dikenali sebagai hukum aksi-reaksi.

$$F_{\text{aksi}} = F_{\text{reaksi}}$$

8. Berat Benda

Berat benda adalah besarnya gaya gravitasi yang bekerja pada benda yang mengarah ke bawah/pusat bumi, gaya muncul dari bendanya itu sendiri. Satuan SI untuk berat adalah Newton, satuan sistim British *pounds*.

9. Hubungan Antara Massa dan Berat


Semua objek yang bermassa m yang berada di atas permukaan Bumi, dalam keadaan bebas tertarik mengarah menuju pusat Bumi. Hal ini disebabkan oleh karena adanya satu jenis gaya, yaitu gaya tarik gravitasi. Sebagai akibat gaya tarik gravitasi, benda bebas akan mengalami percepatan gerak a sebesar percepatan gravitasi g , jadi $a=g \text{ m/s}^2$ dan gaya berat benda yang bermassa m menjadi $F_w=mg$, dan $g=9.81 \text{ m/s}^2$. Jika massa benda $m=1 \text{ kg}$, besar gaya berat benda adalah $F_w=9.81 \text{ Newton}$.

10. Gaya Tensi/ Tekanan (FT)

Gaya tensi atau tekanan, umumnya bekerja pada tali, atau rantai, atau gaya otot.

11. Gaya Gesek

Gaya yang disebabkan oleh adanya kekasaran dan kehalusan permukaan suatu bidang. Sifat gaya gesek arahnya paralel dengan permukaan bidang dan berlawanan dengan arah gerak objek.



Kegiatan Pembelajaran 3

12. Gaya Normal

Gaya tegak lurus bidang permukaan dimana benda berada.

13. Koefisien Gesekan Kinetik (μ_k)

Koefisien gaya gesekan kinetik didefinisikan sebagai

$$\mu_k = \frac{\text{Gaya gesek}}{\text{Gaya normal}} = \frac{F_r}{F_N}$$

14. Koefisien Gesekan Statik (μ_s)

Koefisien gaya gesekan statik didefinisikan sebagai

$$\mu_s = \frac{\text{Gaya gesek Maksimum}}{\text{Gaya normal}} = \frac{F_f(\text{max})}{F_N}$$

Gaya gesek maksimum dapat terjadi pada saat benda akan bergerak, bukan pada saat diam.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pembelajaran pada kegiatan pembelajaran Dinamika: Gaya dan Gerak terdiri atas empat bagian, yaitu diskusi materi, aktivitas praktik, latihan membuat soal dan pembahasan soal. Anda dipersilahkan melakukan aktivitas pembelajaran tersebut secara mandiri dengan penuh semangat dan tanggung jawab yang tinggi.

1. Diskusi Materi

Buatlah ringkasan uraian materi Dinamika: Gaya dan Gerak dalam bentuk peta pikiran secara mandiri, kemudian diskusikan dalam kelompok. Selanjutnya perwakilan kelompok mempresentasikan hasil diskusi kelompok, anggota kelompok lain memperhatikan secara serius juga menanggapi secara aktif.

LK.D2.04 Diskusi Materi Topik Dinamika: Gaya dan Gerak

Tujuan

Melalui diskusi kelompok peserta diklat mampu mengidentifikasi konsep-konsep penting pada topik Dinamika: Gaya dan Gerak.

Langkah Kegiatan :

- Pelajarilah topik Dinamika: Gaya dan Gerak dari bahan bacaan pada modul ini dan bahan bacaan lainnya!
- Diskusikan secara kelompok untuk mengidentifikasi konsep-konsep penting yang ada pada topik tersebut!
- Buatlah rangkuman materi tersebut dalam bentuk peta pikiran (*mind map*)!
- Presentasikanlah hasil diskusi kelompok Anda!
- Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!



Kegiatan Pembelajaran 3

2. Aktivitas Praktik

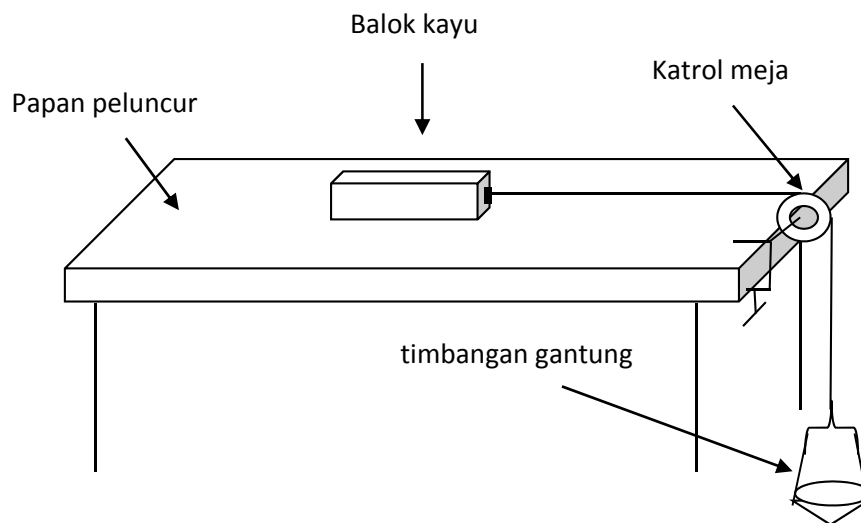
Setelah mengkaji materi tentang konsep Dinamika: Gaya dan Gerak dengan mandiri, Anda dapat mempelajari kegiatan eksperimen yang dalam modul ini disajikan petunjuknya dalam lembar kegiatan. Untuk kegiatan ekaperimen, Anda dapat mencobanya mulai dari persiapan alat bahan, melakukan percobaan dan membuat laporannya. Sebaiknya Anda mencatat hal-hal penting untuk keberhasilan percobaan, Ini sangat berguna bagi Anda sebagai catatan untuk mengimplementasikan di sekolah.

Aktivitas dapat dilakukan dengan mandiri atau kerjasama terutama pada saat praktikum, kreatif dalam membuat laporan hasil kerja. Laporan yang dikumpulkan merupakan hasil musyawarah mufakat bersama dan jika ada perbaikan menjadi tanggung jawab semua anggota kelompok.

Selanjutnya perwakilan peserta mempresentasikan hasil percobaan, peserta lain menyimak presentasi dengan cermat dan serius sebagai penghargaan kepada pembicara.

LK.D2.05: KOEFISIEN GESEKAN STATIS ANTARA DUA PERMUKAAN

- a. Tujuan
Menghitung koefisien gesekan statis antara balok kayu dan papan peluncur
- b. Alat dan Bahan
- Balok kayu
 - Timbangan gantung
 - Paku keling
 - Timbangan
 - Pemberat
 - Katrol meja
 - Papan peluncur
- c. Prosedur
- a) Timbanglah balok kayu yang akan anda gunakan dan hasilnya pada tabel.
 - b) Susunlah alat-alat seperti pada gambar di bawah.



- c) Masukkan paku keling sedikit demi sedikit ke dalam timbangan gantung sampai balok tersebut dalam keadaan akan bergerak (tepat mau bergerak),
- d) kemudian ambil/angkat timbangan gantung dan timbang beserta isinya (paku kelingnya) Tuliskan hasilnya dalam tabel di bawah ini!
- e) Tambahkan beban di atas balok kayu dengan pemberat (mulai dari 20 gram), kemudian lakukan lagi langkah a) sampai langkah d) di atas. Lakukan penambahan sebanyak 4 kali.

Perhitungan

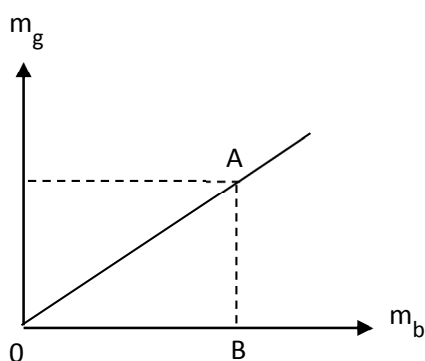


Kegiatan Pembelajaran 3

No.	Massa Balok (m_b)	Massa timbangan gantung dan isinya (m_g)	Koefisien gesekan statis $\mu_s = \frac{m_g}{m_b}$
1			
2			
3			
4			
5			
Koefisien gesekan statis rata-rata			

d. Pertanyaan

Buatlah grafik untuk mencari nilai koefisien gesekan statis. Massa timbangan gantung dan isinya (m_g) pada sumbu Y dan massa balok kayu dengan pemberatnya (m_b) pada sumbu X.



Koefisien gesekan statis rata-rata $\mu_s = \frac{AB}{OB}$

Kesimpulan

.....



3. Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas

LK.D2.06 Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Dinamika: Gaya dan Gerak

Buatlah secara mandiri tiga buah soal pilihan ganda pada topik Dinamika: Gaya dan Gerak yang dilengkapi dengan kisi-kisi. Gunakanlah format kisi-kisi yang telah disediakan. Cara pengembangan instrumen pilihan ganda dapat Anda pelajari pada modul **Pedagogi Kelompok Kompetensi G (Topik Pengembangan Instrumen Penilaian)**. Pilihlah indikator soal berdasarkan kisi-kisi Ujian Nasional yang terdapat pada bagian **Lampiran 1**. Diskusikanlah dengan teman-teman guru lainnya secara kolaboratif kisi-kisi dan soal yang telah anda buat.

Format Kisi-kisi Soal

No	Indikator Soal	Level Kognitif	Butir Soal	Kunci Jawaban
1				
2				
3				
4				
5				
6				

4. Pembahasan Soal

Dalam aktivitas Kegiatan Pembelajaran 2 ini diharapkan pembaca mencoba menganalisis persoalan-persoalan berikut beserta pemecahannya agar diperoleh kemampuan pemahaman yang menyeluruh dari setiap indikator yang diharapkan dikuasai. Contoh-contoh persoalan tersebut sebagai berikut:

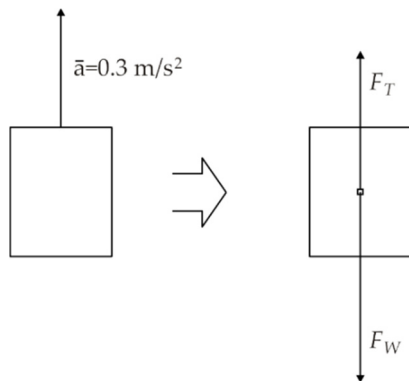
1. Sebuah benda bebas bermassa 20 kg, tanpa gesekan, tiba-tiba dipengaruhi gaya mendatar sebesar 45 N, maka percepatan benda setelah mendapat gaya adalah

Penyelesaian-1

$$a = \frac{\sum F}{m} = \frac{45N}{20kg} = 2.25 \text{ m/s}^2$$

2. Sebuah benda bermassa 5 kg sedang ditarik tali penggantung ke atas dengan percepatan 0.3 m/s². Berapa gaya yang bekerja pada tali?

Penyelesaian-2



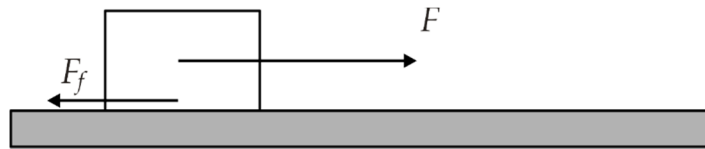
$$F_T + m.a = F_w$$

$$F_T = 5(9.81) - 5(0.3) = 47,55 \text{ N}$$

3. Untuk menarik sebuah kotak seberat 60 kg di atas bidang datar diperlukan gaya 140 N agar bergerak dengan kecepatan konstan. Berapa gaya gesek antara bidang dan kotak?

Penyelesaian-3

Disini ditanyakan gaya gesek kinetis, karena bergerak dengan kecepatan konstan.



$$\sum F = ma$$

$$F - F_f = ma$$

agar bergerak dengan kecepatan konstan, $a = 0$;

$$140 - F_f = 60(0)$$

$$-F_f = -140$$

$$F_f = 140 \text{ N}$$

$$F_f = \mu_k N$$

$$\mu_k = \frac{F_f}{N} = \frac{140 \text{ N}}{60(9.81) \text{ N}} = 0.24$$

4. Pada sebuah benda bermassa $m=5 \text{ kg}$ bekerja dua gaya vertikal $F_x=30 \text{ N}$ dan gaya horizontal $F_y=20 \text{ N}$. Berapakah percepatannya?

Penyelesaian-4

$$\sum F_x = ma_x \quad \text{dan} \quad \sum F_y = ma_y$$

$$a_x = \frac{\sum F_x}{m} = \frac{30 \text{ N}}{5 \text{ kg}} = 6 \text{ m/s}^2$$

$$a_y = \frac{\sum F_y}{m} = \frac{20 \text{ N}}{5 \text{ kg}} = 4 \text{ m/s}^2$$


$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{(6)^2 + (4)^2} = \sqrt{52} = 7.21 \text{ m/s}^2$$

5. Suatu gaya tetap bekerja pada sebuah benda bermassa 5 kg hingga mengubah kecepatannya dari 7 m/s menjadi 3 m/s dalam selang waktu 3 detik . Berapa gaya yang bekerja tersebut?

Penyelesaian-5

$$a = -\frac{7-3}{3} = -\frac{4}{3} = -1.33 \text{ m/s}^2$$

$$F = 5(-1.33 \text{ m/s}^2) = -6.67 \text{ N}$$



Kegiatan Pembelajaran 3

Tanda minus menyatakan gaya menentang arah gerak

6. Sebuah mesin lokomotif bermassa 8000 kg menarik gerbong kereta api 40.000 kg hingga bergerak dengan percepatan $a_1=1.2 \text{ m/s}^2$. Berapa percepatannya jika gerbong keretanya menjadi $16\ 000 \text{ kg}$?

Penyelesaian-6

$$F = m_1 a_1$$

$$F = m_2 a_2$$

$$F_1 = F_2 (\text{gaya mesin tetap})$$

$$m_1 a_1 = m_2 a_2$$

$$a_2 = \frac{a_1 m_1}{m_2} = \frac{1.2(40.000\text{kg} + 8000)}{8000 + 16.000\text{kg}} = 2.4 \text{ m/s}^2$$

7. Sebuah mobil bergerak pada kecepatan 20 m/s sepanjang garis horizontal dan tiba-tiba remnya diinjak hingga diam. Jarak tempuh selama pengereman jika koefisien antara ban dan jalan 0.9 ?

Penyelesaian-7

$$F_f = uMg$$

$$\sum F = ma$$

$$F_f = ma$$

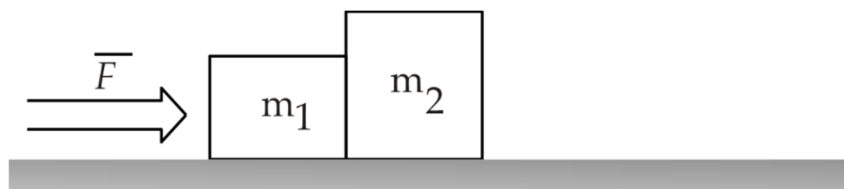
$$a = \frac{F_f}{m} = \frac{u_k mg}{m} = u_k g$$

$$v_f^2 = v_o^2 - 2as$$

$$0 = (20)^2 - 2(u_k g)s$$

$$s = \frac{400}{2(0.9)(9.81)} = 22.65\text{m} \cong 23\text{m}$$

8. Dua balok masing-masing bermassa $m_1 = 300$ g dan $m_2 = 500$ g didorong dengan gaya F seperti yang terlihat dalam gambar berikut. Koefisien gesekan masing-masing balok sama yaitu 0.4. Berapa gaya F yang diperlukan agar kedua balok bergerak dengan percepatan 200 cm/s²?



Penyelesaian-8

$$\sum F = ma$$

$$F - f_f = (m_1 + m_2)a$$

$$F - \mu g(m_1 + m_2) = (m_1 + m_2)a$$

$$F = \mu g(m_1 + m_2) + (m_1 + m_2)a$$

$$F = 0.4(9.81)(0.3 + 0.5) + (0.3 + 0.5)(2)$$

$$F = 0.4(9.81)(0.3 + 0.5) + (0.3 + 0.5)2 = 4.74\text{N}$$

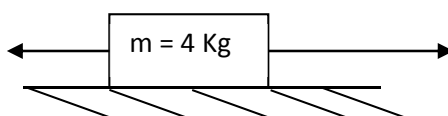
E. Latihan / Kasus /Tugas

Soal pilihan ganda/isian/uraian berikut sebagai sarana untuk berlatih penguasaan materi dan juga merupakan contoh yang dapat diadaptasi oleh Anda dalam mengembangkan soal sejenis, baik untuk penilaian formatif, sumatif, maupun ujian.

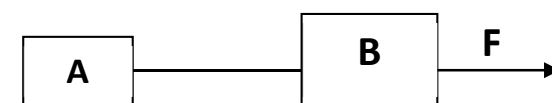
1. Soal Pilihan Ganda

Setelah mempelajari topik Dinamika: Gaya dan Gerak, silahkan Anda mencoba mengerjakan latihan soal secara mandiri, teliti dan selanjutnya diskusikan dalam kelompok.

- 1) Sebuah benda ditarik oleh gaya $F_1 = 15 \text{ N}$ dan $F_2 = 40 \text{ N}$, jika gaya gesekan antara benda dan lantai sebesar 5 N , maka



- A. Benda diam
 - B. Bergesekan dengan percepatan nol
 - C. Bergerak dengan percepatan 2 m/s
 - D. Bergerak dengan percepatan 5 m/s^2
- 2) Sebuah sistem terdiri dari balok A dan B seperti gambar di bawah ini.



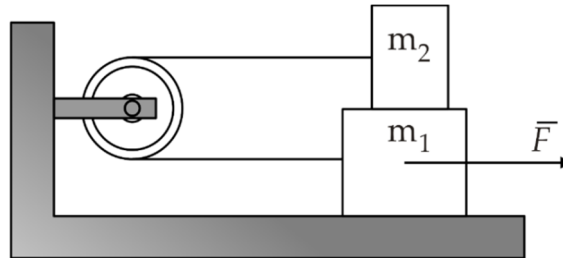
Jika gaya $F = 10 \text{ N}$, massa balok A dan B masing-masing 2 Kg dan 3 Kg , dan lantai licin maka percepatan sistem adalah

- A. 2 m/s
- B. 4 m/s
- C. 5 m/s
- D. 6 m/s

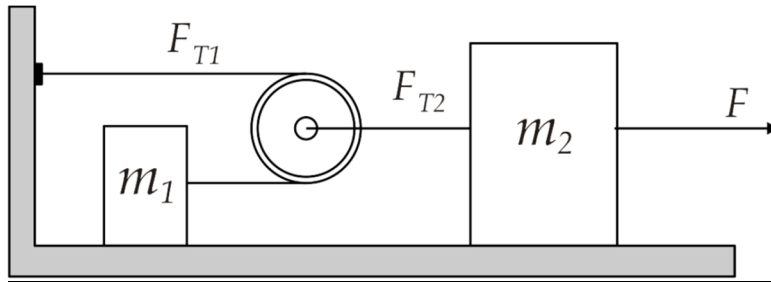
- 3) Sebuah mobil bermassa 300 kg bergerak dengan percepatan konstan 5 m/s². Total hambatan angin dan gesekan jalan adalah 750 N. Berapa gaya yang dihasilkan mesinnya ?
- A. 750 N
 - B. 1.500 N
 - C. 2.000 N
 - D. 2.250 N
- 4) Sebuah mobil dalam keadaan diam di atas jalan yang licin. Mobil diberi gaya sehingga menempuh jarak 200 m selama 4 detik. Jika massa mobil 1.000 kg, besarnya gaya
- A. 25.000 N
 - B. 5.000 N
 - C. 1.000 N
 - D. 500 N

2. Soal Uraian

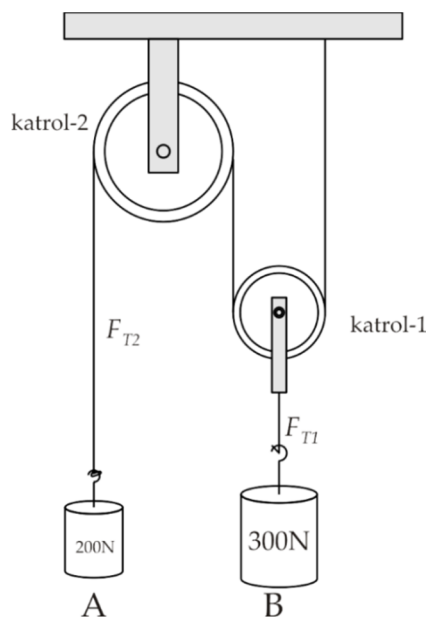
- 1) Nyatakan besarnya percepatan dalam m_1 , m_2 , dan F untuk Gambar berikut? (gesekan katrol diabaikan)



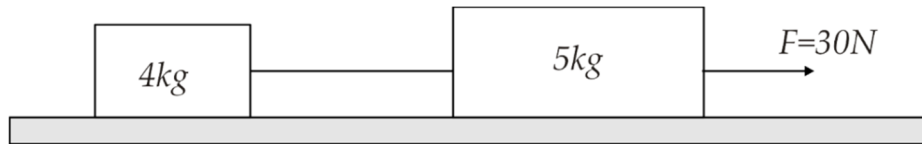
- 2) Pada gambar berikut massa $m_1=300$ g, massa $m_2= 500$ g ditarik dengan gaya $F=1.5$ N. Tentukan percepatan yang dialami oleh massa balok m_2 ?



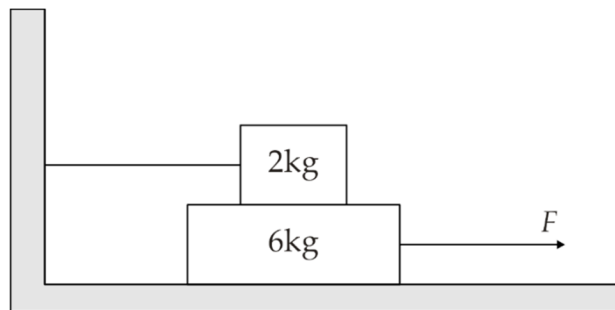
- 3) Pada gambar berikut, tentukan gaya F_{T1} dan F_{T2} ?



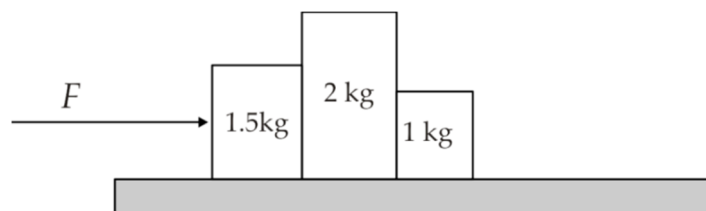
- 4) Carilah percepatan yang dialami kedua benda bermassa 4 kg dan 5 kg pada gambar berikut?



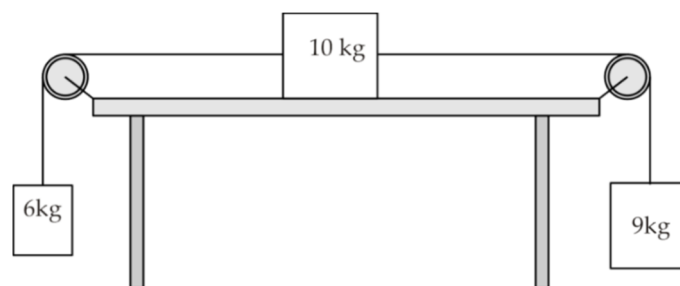
- 5) Berapa gaya yang diperlukan untuk menarik beban 6 kg dengan percepatan 1.5 m/s^2 . Diketahui koefisien gesekan antara balok 2 kg dan 6 kg, serta antara balok 6kg dengan



- 6) Carilah besar gaya F yang diperlukan untuk mendorong ketiga balok dengan percepatan 3 m/s^2 . Diketahui koefisien gesekan dengan lantai 0.2. Carilah pula besar gaya dorong balok 1.5 kg ke balok berikutnya?



- 7) Pada gambar berikut, koefisien gesekan antara meja dan balok 10kg 0.2. Carilah percepatan sistem dan tegangan tali pada kiri dan kanan balok 10 kg?



F. Rangkuman

Konsep-konsep, teori, dan persamaan dari yang telah dibahas untuk memecahkan beberapa persoalan dinamika gerak dan yang harus diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. Untuk suatu objek-objek yang saling berhubungan, tinjaulah satu-persatu dari objek gabungan tersebut dari sisi persamaan $F = ma$.
2. Kenali gaya tegangan tali T yang menghubungkan antar benda
3. Kenali gaya normal untuk benda yang bertumpuk; jika yang menumpuk diam terhadap yang ditumpuki, gaya normalnya merupakan koefisien kali jumlah massa gabungan dan jika massa yang menumpuk bergerak berlawanan arah, gaya normalnya adalah koefisien kali massa bendanya saja.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 75%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 75%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan pembelajaran ini.

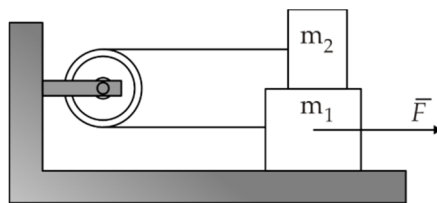
H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus

Bagian I:

1. D
2. A
3. D
4. A

Bagian II:

1. Penyelesaian Latihan 1



Jawab:

gaya pada m_2

$$\sum F = m_2 a$$

$$T - f_{r2} = m_2 a$$

$$T - \mu g m_2 = m_2 a$$

$$T = \mu g m_2 + m_2 a$$

gaya pada m_1

$$\sum F = m_1 a$$

$$F - T - f_{r1} - f_{r2} = m_1 a$$

$$F - \mu g m_2 - m_2 a - f_{r1} - f_{r2} = m_1 a$$

$$F - \mu g m_2 - m_2 a - \mu g m_2 - \mu g m_1 - \mu g m_2 = m_1 a$$

$$F - 2\mu g m_2 - \mu g(m_1 + m_2) = m_1 a + m_2 a$$

$$F - 2\mu g m_2 - \mu g(m_1 + m_2) = a(m_1 + m_2)$$

$$F - 2\mu g m_2 - \mu g(m_1 + m_2) = a(m_1 + m_2)$$

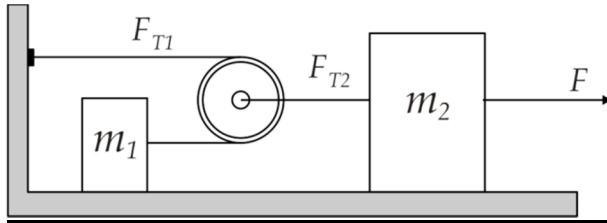
$$a = \frac{F - 2\mu g m_2 - \mu g(m_1 + m_2)}{(m_1 + m_2)}$$

$$a = \frac{F - 2\mu g m_2}{(m_1 + m_2)} - \frac{\mu g(m_1 + m_2)}{(m_1 + m_2)}$$

Kegiatan Pembelajaran 3

$$a = \frac{F - 2\mu g m_2}{(m_1 + m_2)} - \mu g$$

2. Penyelesaian Latihan 2



Benda \$m_2\$

$$\sum F = m_2 a$$

$$F - F_{T2} = m_2 a$$

$$F_{T2} = 2F_{T1}$$

Benda \$m_1\$

$$\sum F = 2am_1$$

$$F_{T1} = 2m_1 a$$

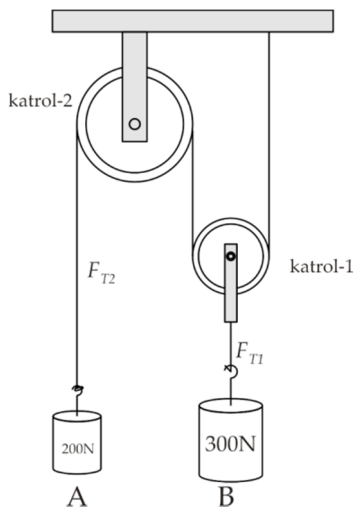
$$F - 2F_{T1} = m_2 a$$

$$F - 4m_1 a = m_2 a$$

$$F = (m_2 + 4m_1) a$$

$$a = \frac{F}{m_2 + 4m_1} = \frac{1.5}{0.5 + 4(0.3)} = 0.88 \text{ m/s}^2$$

3. Penyelesaian Latihan 3



Benda A

$$m_A = \frac{200}{9.81} = 20.4$$

$$m_B = \frac{300}{9.81} = 30.6$$

$$\sum F = m_A a$$

$$200 - F_{T2} = m_A a$$

$$-F_{T2} = m_A a - 200$$

$$F_{T2} = 200 - m_A a$$

Benda B

$$\sum F = m_B a$$

$$F_{T1} - 300 = 1/2 m_B a$$

$$2F_{T2} - 300 = 1/2 m_B a$$

$$400 - 2m_A a - 300 = 1/2 m_B a$$

$$100 = 1/2 m_B a + 2m_A a$$

$$100 = (0.5(30.6) + 2(20.4))a$$

$$a = \frac{100}{56.1} = 1.78$$

$$F_{T2} = 200 - m_A a$$

$$F_{T2} = 200 - 20.4(1.78) = 163.69\text{N}$$

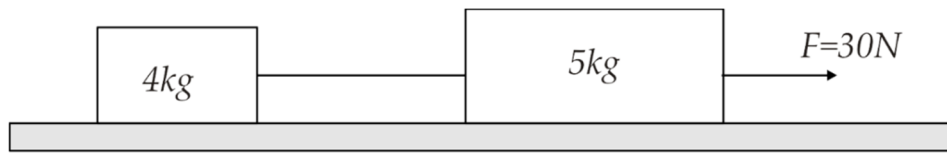
$$F_{T1} - 300 = 1/2 m_B a$$

$$F_{T1} = 1/2 m_B a + 300 = 1/2(30.6)(1.78) + 300$$

$$F_{T1} = 1/2(30.6)(1.78) + 300 = 327.23\text{N}$$

Kegiatan Pembelajaran 3

4. Penyelesaian Latihan 4



Benda A

$$\sum F = m_A a$$

$$F - T = m_A a$$

$$30 - T = 5a$$

Benda B

$$\sum F = m_B a$$

$$T = m_B a$$

$$T = 4a$$

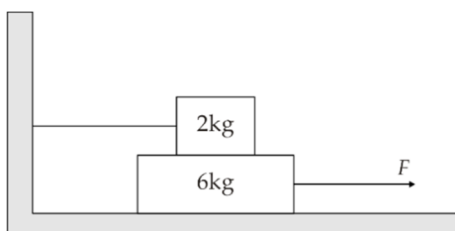
$$30 - T = 5a$$

$$30 - 4a = 5a$$

$$a = \frac{30}{9} = 3.3 \text{ m/s}^2$$

$$T = 4a = 4(3.3) = 13.33 \text{ N}$$

5. Penyelesaian Latihan 5



$$\sum F = m_A a$$

$$F - f_{r1} - f_{r2} = 6(1.5)$$

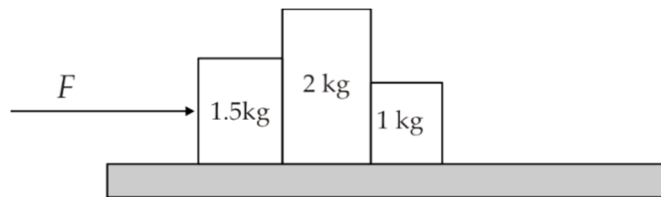
$$F - \mu g(m_A + m_B) - \mu g m_B = 6(1.5)$$

$$F - 0.4(9.81)(6 + 2) - 0.4(9.8)(2) = 6(1.5)$$

$$F - 31.39 - 7.85 = 9$$

$$F = 48.242 \cong 48 \text{ N}$$

6. Penyelesaian Latihan



Gaya pada benda 1.5kg

$$\sum F = 4.5(3)$$

$$F - 0.2(9.81)(1.5 + 2 + 1) = 4.5(3)$$

$$F - 0.2(9.81)(1.5 + 2 + 1) = 4.5(3)$$

$$F = 13.5 + 0.2(9.81)(4.5) = 13.5 + 8.83 = 22.33$$

Gaya pada benda 2kg

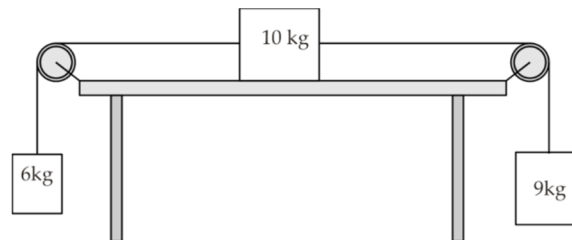
$$\sum F = 3(3)$$

$$F - 0.2(9.81)(2 + 1) = 3(3)$$

$$F - 0.2(9.81)(2 + 1) = 3(3)$$

$$F = 9 + 0.2(9.81)(3) = 9 + 5.59 = 14.59 = 15\text{N}$$

7. Penyelesaian Latihan 7



Benda Kanan

$$\sum F = 9a$$

$$m_R g - T_1 - \mu g 10 = 9a$$


$$-T_1 = 9a - m_R g + \mu g 10$$

$$T_1 = m_R g - 9a - \mu g 10$$

$$T_1 = 9(9.8) - 9a - (0.2)(9.8)(10)$$

$$T_1 = 88.2 - 9a - 19.6$$

$$T_1 = 68.6 - 9a$$



Kegiatan Pembelajaran 3

Benda Kiri

$$\sum F = 6a$$

$$T_2 - m_L g = 6a$$

$$T_2 = 6a + m_L g$$

$$T_2 = 6a + 6(9.8)$$

$$T_2 = 6a + 58.8$$

Benda Tengah

$$\sum F = 10a$$

$$T_1 - T_2 = 10a$$

$$68.6 - 9a - 6a - 58.8 = 10a$$

$$9.8 = 10a + 9a + 6a$$

$$a = \frac{9.8}{25} = 0.39$$

$$T_2 = 6a + 58.8 = 6(0.39) + 58.8 = 61.14\text{N} = 61\text{N}$$

$$T_1 = 68.6 - 9a = 68.6 - 9(0.39) = 65.09\text{N} = 65\text{N}$$

Kegiatan Pembelajaran 3

Pemisahan Campuran

Sebagian besar bahan-bahan di alam dalam keadaan tidak murni atau berupa campuran. Campuran merupakan gabungan dari dua atau lebih zat pembentuk dengan ukuran yang tidak ditentukan. Untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari terkadang kita memerlukan bahan-bahan tersebut dalam keadaan murni. Untuk memperoleh suatu bahan yang murni dari campurannya diperlukan suatu teknik pemisahan campuran.

Beberapa teknik pemisahan campuran yang akan dibahas pada modul ini yaitu filtrasi, kristalisasi, sublimasi, destilasi, dan kromatografi.

Kompetensi guru pada modul Pengembangan Karir Berkelanjutan Kelompok Kompetensi D untuk materi ini adalah 20.1 Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori IPA serta penerapannya secara fleksibel. Kompetensi ini dapat dicapai jika guru mempelajarinya dengan kerja keras, profesional, kreatif dalam melakukan tugas sesuai instruksi pada bagian aktivitas belajar yang tersedia, disiplin dalam mengikuti tahap-tahap belajar serta bertanggung jawab dalam membuat laporan atau hasil kerja.

A. Tujuan

Setelah guru mempelajari modul ini dengan kerja keras, disiplin, jujur, kreatif, kerjasama dan tanggungjawab, diharapkan dapat memahami konsep dari metoda pemisahan campuran dengan cara filtrasi, kristalisasi, sublimasi, destilasi, dan kromatografi.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi yang harus ditunjukkan guru setelah mempelajari modul ini, sebagai berikut.



Kegiatan Pembelajaran 3

1. Menjelaskan prinsip-prinsip dasar pemisahan campuran pada setiap metode pemisahan berdasarkan percobaan.
2. Menjelaskan cara pemisahan campuran pada setiap metode pemisahan campuran.
3. Mempraktikkan pemisahan campuran dengan metode filtrasi, kristalisasi, sublimasi, destilasi, dan kromatografi.
4. Mengidentifikasi contoh pemanfaatan pemisahan campuran dalam kehidupan sehari-hari.

C. Uraian Materi

Berbagai metode digunakan dalam pemisahan campuran yang bertujuan untuk mendapatkan zat murni atau beberapa zat murni dari suatu campuran. Pemisahan campuran juga digunakan untuk mengetahui keberadaan suatu zat dalam suatu sampel (analisis laboratorium). Bagaimana teknik dan prinsip pemisahan campuran akan dibahas dalam modul ini.

Metode Pemisahan Campuran dapat dibedakan menjadi dua golongan berdasarkan tahap proses pemisahannya, yaitu metode pemisahan sederhana dan metode pemisahan kompleks. Metode pemisahan sederhana adalah metode yang menggunakan cara satu tahap. Proses ini terbatas untuk memisahkan campuran atau larutan yang relatif sederhana. Metode pemisahan kompleks memerlukan beberapa tahapan kerja, diantaranya penambahan bahan tertentu, pengaturan proses mekanik alat dan reaksi-reaksi kimia yang diperlukan. Metode ini biasanya menggabungkan dua atau lebih metode sederhana. Contohnya pengolahan bijih dari pertambangan memerlukan proses pemisahan kompleks.

Dalam modul ini akan dibahas beberapa cara memisahkan zat dari campurannya, diantaranya yaitu filtrasi, kristalisasi, sublimasi, destilasi, dan kromatografi.

1) Filtrasi/Penyaringan

Bila ukuran partikel zat yang akan dipisahkan atau zat terlarut berbeda dengan zat pencampur/pelarut, maka campuran dapat dipisahkan dengan metode filtrasi (penyaringan) seperti gambar berikut.



Dok. PPPPTK IPA

Gambar 30. Proses Penyaringan

Filtrasi adalah metode pemisahan berdasarkan kelarutan dan ukuran partikel dari komponen-komponen dalam campuran tersebut. Teknik filtrasi menggunakan kertas saring, dimana zat yang partikelnya besar akan tertahan dalam kertas saring dan partikel kecil akan lolos kertas saring. Hasil penyaringan disebut filtrat sedangkan sisa yang tertinggal di penyaring disebut residu (ampas).

2) Kristalisasi

Kristalisasi merupakan metode pemisahan untuk memperoleh zat padat yang terlarut dalam suatu larutan. Dasar metode ini adalah kelarutan bahan dalam suatu pelarut dan perbedaan titik beku. Ada dua cara kristalisasi yaitu kristalisasi melalui penguapan dan pendinginan.

a) Kristalisasi melalui penguapan

Kristalisasi cara ini dilakukan dengan menguapkan pelarut dalam suatu larutan. Proses dilakukan dengan cara memanaskan larutan sampai semua pelarut menguap dan diperoleh bahan yang semula terlarut/ zat terlarut. Metoda ini dimanfaatkan pada industri pembuatan garam.

Berikut gambar contoh kristalisasi garam skala laboratorium sekolah. Kristalisasi larutan garam dengan cara penguapan. Larutan garam

Kegiatan Pembelajaran 3

dipanaskan sampai mendidih dan airnya menguap sampai terbentuk kristal garam.



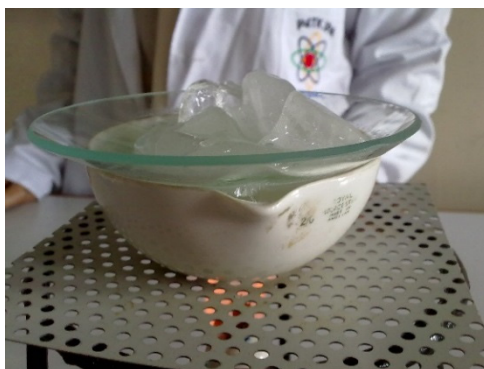
Gambar 31. Teknik Kristalisasi melalui penguapan

b) Kristalisasi melalui pendinginan

Pada kristalisasi ini larutan jenuh yang suhunya tinggi didinginkan sehingga zat terlarut mengkristal. Hal itu terjadi karena kelarutan berkurang ketika suhu diturunkan. Melalui kristalisasi ini diperoleh zat padat yang lebih murni karena pengotornya tidak ikut mengkristal. Contoh kristalisasi kalium nitrat.

3) Sublimasi

Sublimasi merupakan metode pemisahan campuran yang didasarkan pada campuran di mana salah satu komponen dapat menyublim (perubahan wujud dari zat padat menjadi gas) sedangkan komponen yang lain tidak dapat menyublim. Bahan-bahan yang menggunakan metode ini adalah bahan yang mudah menyublim. Contohnya iodium atau kapur barus yang kotor dapat dipisahkan dan dibersihkan dari kotorannya. Kapur barus yang bercampur kotoran (pasir) akan menguap menjadi gas ketika dipanaskan seperti tampak pada gambar berikut.



Dok. PPPPTK IPA

Gambar 32. Proses Sublimasi Kapurbarus

Uap (gas) dari kapur barus akan menyublim menjadi kapur barus dan menempel pada pinggan penguapan. Dengan cara ini dapat memisahkan kapur barus dari campurannya. Begitu juga pada iodium, seperti tampak pada gambar berikut.



Dok. PPPPTK IPA

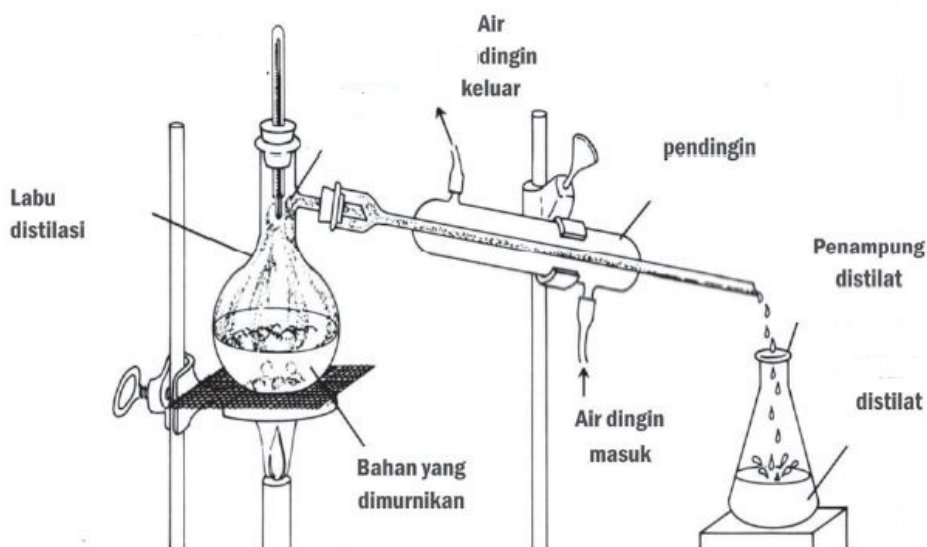
Gambar 33. Proses Sublimasi iodium

Metode sublimasi pemisahan campuran iodium dengan garam dapur dengan cara memanaskan campuran tersebut dalam gelas kimia yang ditutup dengan labu alas bulat yang di dalamnya diberi es batu, uap iodium yang mengenai labu alas bulat akan berubah membentuk kristal iodium, sedangkan garam dapurnya tertinggal di gelas kimia.

4) Destilasi

Destilasi merupakan metode pemisahan campuran berdasarkan perbedaan titik didih komponen-komponen dalam campuran tersebut.

Memisahkan campuran/zat yang mempunyai titik didih yang berbeda, dapat dilakukan dengan metode destilasi seperti tampak pada gambar berikut.



Gambar 34. Destilasi
Sumber : www.guruipa.com

Pemisahan suatu senyawa dengan cara destilasi bergantung pada perbedaan tekanan uap senyawa dalam campuran. Tekanan uap campuran diukur sebagai kecenderungan molekul dalam permukaan cairan untuk berubah menjadi uap. Jika suhu dinaikkan, tekanan uap cairan akan naik sampai tekanan uap cairan sama dengan tekanan uap atmosfer. Pada keadaan itu cairan akan mendidih. Suhu pada saat tekanan uap cairan sama dengan tekanan uap atmosfer disebut titik didih. Cairan yang mempunyai tekanan uap yang lebih tinggi pada suhu kamar akan mempunyai titik didih lebih rendah daripada cairan yang tekanan uapnya rendah pada suhu kamar.

Jika campuran/larutan dididihkan, komposisi uap di atas cairan tidak sama dengan komposisi pada cairan. Uap akan kaya dengan senyawa yang lebih volatile atau komponen dengan titik didih lebih rendah. Jika uap di atas cairan terkumpul dan dinginkan, uap akan terembunkan dan komposisinya sama dengan komposisi senyawa yang terdapat pada uap yaitu dengan senyawa yang mempunyai titik didih lebih rendah. Jika suhu relative tetap, maka destilat yang terkumpul akan mengandung senyawa murni dari salah satu komponen dalam campuran.

Bahan/zat hasil destilasi disebut destilat yang memiliki titik didih lebih rendah daripada campuran/pelarut, sehingga pada saat campuran/larutan dipanaskan suhunya tidak boleh melewati titik didih destilat tersebut, hal ini bertujuan agar

zat tersebut lebih dulu menguap, sedangkan zat pencampur/pelarut tetap dalam keadaan cair. Proses pemisahan dengan dasar perbedaan titik didih ini bila dilakukan dengan kontrol suhu yang ketat akan dapat memisahkan suatu zat dari campurannya dengan baik.

Teknik yang digunakan adalah campuran dididihkan, diuapkan kemudian didinginkan kembali, sehingga dihasilkan zat murni yang diinginkan. Pelarut bahan yang diinginkan akan menguap, uap dilewatkan pada tabung pengembun (kondensor). Uap yang mencair ditampung dalam wadah. Bahan hasil pada proses ini disebut destilat, sedangkan sisanya disebut residu.

Adapula pemisahan yang dilakukan dengan destilasi bertingkat, bila campurannya mengandung banyak zat, misalnya pemisahan minyak bumi. Dari pemisahan minyak bumi ini dihasilkan berbagai produk dengan masing-masing kegunaannya.

5) Kromatografi

Kromatografi merupakan suatu metoda pemisahan berdasarkan perbedaan pola pergerakan antara fase gerak dan fase diam untuk memisahkan komponen (berupa molekul) yang berada pada larutan. Molekul yang terlarut dalam fase gerak, akan melewati kolom yang merupakan fase diam. Molekul yang memiliki ikatan yang kuat dengan kolom akan cenderung bergerak lebih lambat dibanding molekul yang berikatan lemah.

Kromatografi dapat dibedakan atas berbagai macam tergantung pada pengelompokannya. Jenis kromatografi dibedakan berdasarkan pada alat yang digunakan yaitu Kromatografi Lapis Tipis, Kromatografi Penukar Ion, Kromatografi Penyaringan Gel, Kromatografi Elektroforesis, Kromatografi Kertas, Kromatografi Gas. Khusus dalam modul ini akan dibahas Kromatografi Kertas.

Kromatografi kertas merupakan salah satu metode pemisahan berdasarkan distribusi suatu senyawa pada dua fasa yaitu fasa diam dan fasa gerak. Pemisahan sederhana suatu campuran senyawa dapat dilakukan dengan



Kegiatan Pembelajaran 3

kromatografi kertas, prosesnya dikenal sebagai analisis kapiler dimana lembaran kertas berfungsi sebagai pengganti kolom.

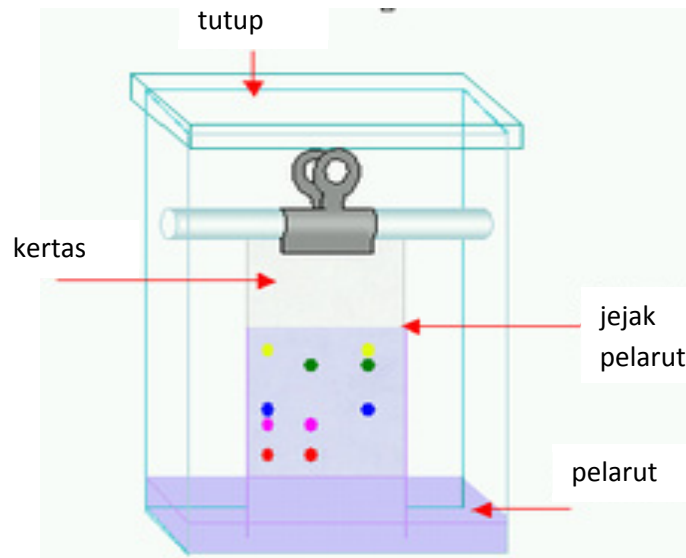
Kromatografi kertas adalah salah satu pengembangan dari kromatografi partisi yang menggunakan kertas sebagai padatan pendukung fasa diam. Oleh karena itu disebut kromatografi kertas. Sebagai fasa diam adalah air yang teradsorpsi pada kertas dan sebagai larutan pengembang biasanya pelarut organik yang telah dijenuhkan dengan air.

Dalam kromatografi kertas fasa diam didukung oleh suatu zat padat berupa bubuk selulosa. Fasa diam merupakan zat cair yaitu molekul H_2O yang teradsorpsi dalam selulosa kertas. Fasa gerak berupa campuran pelarut yang akan mendorong senyawa untuk bergerak disepanjang kolom kapiler.

Secara umum kromatografi kertas dilakukan dengan menotolkan larutan yang berisi sejumlah komponen pada jarak 0,5 sampai 1 cm dari tepi kertas. Setelah penetesan larutan pada kertas, maka bagian bawah kertas dicelupkan dalam larutan pengembang (*developing solution*). Larutan ini umumnya terdiri atas campuran beberapa pelarut organik yang telah dijenuhkan dengan air.

Sistem ini akan terserap oleh kertas dan sebagai akibat dari gaya kapiler akan merambat sepanjang kertas tersebut. Selama proses pemisahan dilakukan, sistem secara keseluruhannya disimpan dalam tempat tertutup, ruang didalamnya telah jenuh dengan uap sistem pelarut ini.

Salah satu contoh pemisahan campuran dengan metoda kromatografi kertas yaitu memisahkan komponen-komponen warna pada tinta, seperti tampak pada gambar berikut.



Gambar 35. Teknik Pemisahan dengan kromatografi


Tinta yang berwarna hitam ditotolkan pada kertas, kemudian kertas ini dicelupkan pada pelarut, pelarut ini akan bergerak membawa komponen-komponen pada campuran yang larut.

Pemanfaatan Pemisahan Campuran dalam kehidupan Sehari-hari

Berikut ini beberapa contoh pemanfaatan metode pemisahan suatu campuran dalam kehidupan sehari-hari.

- Metode penyaringan dimanfaatkan pada proses pengolahan air, yaitu membersihkan air dari pengotornya.
- Metode kristalisasi dalam kehidupan sehari-hari digunakan dalam pembuatan garam dapur dari air laut. Air laut banyak mengandung mineral terutama garam dapur (NaCl). Petani garam dapur memisahkannya dengan cara air laut ditampung dalam suatu tambak, kemudian dengan bantuan sinar matahari dibiarkan menguap. Setelah proses penguapan, dihasilkan garam dalam bentuk kasar dan masih bercampur dengan pengotornya, sehingga untuk mendapatkan garam yang bersih diperlukan proses rekristalisasi (pengkristalan kembali).

Contoh lain penggunaan metode kristalisasi adalah pembuatan gula putih dari tebu. Batang tebu dihancurkan dan diperas untuk diambil sarinya, kemudian



Kegiatan Pembelajaran 3

diuapkan dengan penguap hampa udara sehingga air tebu tersebut menjadi kental, lewat jenuh, dan terjadi pengkristalan gula. Kristal ini kemudian dikeringkan sehingga diperoleh gula putih atau gula pasir.

c. Metode Destilasi

Metode destilasi digunakan pada proses penyulingan minyak bumi, pembuatan minyak kayu putih, pembuatan minyak atsiri dan memurnikan air minum.

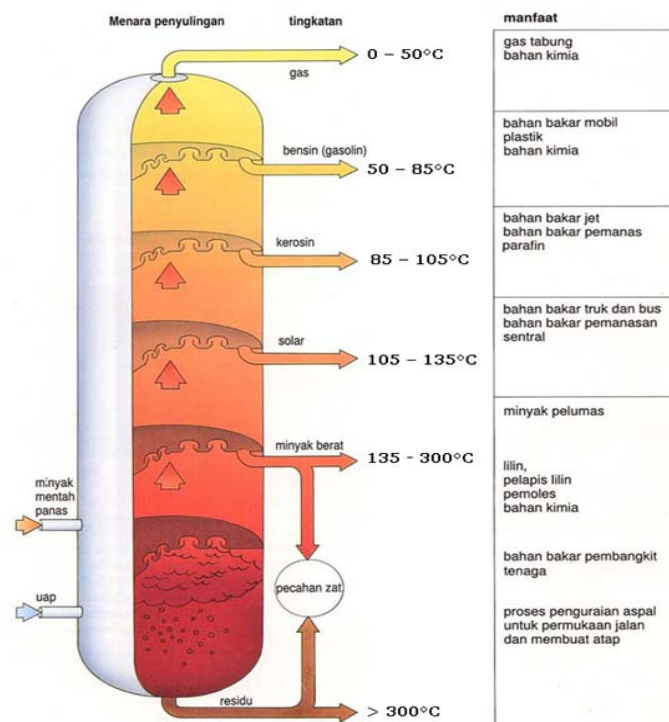
Minyak bumi mengandung campuran berbagai jenis cairan yaitu bensin, minyak tanah, solar, oli, dan bagian yang berupa padatan. Masing-masing cairan tersebut dapat dipisahkan melalui destilasi bertingkat atau destilasi fraksional karena mempunyai titik didih yang berbeda. Hasil destilasi minyak bumi, diantaranya: bensin, minyak tanah, oli dan gas.

Proses Penyulingan minyak bumi

Minyak bumi merupakan campuran berbagai jenis hidrokarbon. Pemanfaatan hidrokarbon-hidrokarbon penyusun minyak bumi akan lebih berharga bila memiliki kemurnian yang tinggi. Proses pemisahan minyak bumi menjadi komponen-komponennya akan menghasilkan produk LPG, solar, avtur, pelumas, dan aspal. Minyak bumi biasanya berada 3-4 km di bawah permukaan laut. Minyak bumi diperoleh dengan membuat sumur bor. Minyak mentah yang diperoleh ditampung dalam kapal tanker atau dialirkan melalui pipa ke stasiun tangki atau ke kilang minyak.

Minyak mentah mengandung sekitar 500 jenis hidrokarbon dengan jumlah atom C-1 sampai 50. Titik didih hidrokarbon meningkat seiring bertambahnya jumlah atom C yang berada di dalam molekulnya. Oleh karena itu, pengolahan minyak bumi dilakukan melalui destilasi bertingkat, dimana minyak mentah dipisahkan ke dalam kelompok-kelompok (fraksi) dengan titik didih yang mirip.

Pada proses penyulingan minyak mentah, terdapat 5 fraksi produk yang dihasilkan, yaitu: *refinery gas* (banyak mengandung metana, etana, dan hidrogen), *light distillates* (LPG, gasoline, naphtha), *middle distillates* (*kerosene*, *diesel oil*), *heavy distillates* (fuel oil), dan *residuum* (*lubricating oils*, *wax*, *tar*). Tiap kategori dari bahan bakar ini memiliki *boiling point* pada kisaran temperatur yang berbeda-beda, seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 36. Destilasi bertingkat

Awalnya minyak mentah dipanaskan pada aliran pipa dalam *furnace* (tanur) sampai dengan suhu $\pm 370^{\circ}\text{C}$. Minyak mentah yang sudah dipanaskan tersebut kemudian masuk kedalam kolom fraksinasi pada bagian *flash chamber* (biasanya berada pada sepertiga bagian bawah kolom fraksinasi). Untuk menjaga suhu dan tekanan dalam kolom maka dibantu pemanasan dengan *steam* (uap air panas dan bertekanan tinggi).



Kegiatan Pembelajaran 3

Minyak mentah yang menguap pada proses destilasi ini naik ke bagian atas kolom dan selanjutnya terkondensasi pada suhu yang berbeda-beda. Komponen yang titik didihnya lebih tinggi akan tetap berupa cairan dan turun ke bawah, sedangkan yang titik didihnya lebih rendah akan menguap dan naik ke bagian atas melalui sungkup-sungkup yang disebut sungkup gelembung. Makin ke atas, suhu yang terdapat dalam kolom fraksinasi tersebut makin rendah, sehingga setiap kali komponen dengan titik didih lebih tinggi akan terpisah, sedangkan komponen yang titik didihnya lebih rendah naik ke bagian yang lebih atas lagi. Demikian selanjutnya sehingga komponen yang mencapai puncak adalah komponen yang pada suhu kamar berupa gas.



D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran pada kegiatan pembelajaran Pemisahan Campuran terdiri atas tiga bagian, yaitu Diskusi Materi, Aktivitas Praktik, dan Latihan Membuat Soal. Anda dipersilahkan melakukan aktivitas pembelajaran tersebut secara mandiri dengan penuh semangat dan tanggung jawab yang tinggi.

1. Diskusi Materi

Buatlah ringkasan uraian materi Pemisahan Campuran dalam bentuk peta pikiran secara mandiri, kemudian diskusikan dalam kelompok. Selanjutnya perwakilan kelompok mempresentasikan hasil diskusi kelompok, anggota kelompok lain memperhatikan dengan serius dan menanggapi secara aktif.

LK.D3.01 Diskusi Materi Topik Pemisahan Campuran

Tujuan

Melalui diskusi kelompok peserta diklat mampu mengidentifikasi konsep-konsep penting pada topik Pemisahan Campuran.

Langkah Kegiatan :

- a. Pelajarilah topik Pemisahan Campuran dari bahan bacaan pada modul ini dan bahan bacaan lainnya!
- b. Diskusikan secara kelompok untuk mengidentifikasi konsep-konsep penting yang ada pada topik tersebut!
- c. Buatlah rangkuman materi tersebut dalam bentuk peta pikiran (*mind map*)!
- d. Presentasikanlah hasil diskusi kelompok Anda!
- e. Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!

2. Aktivitas Praktik

Untuk meningkatkan pemahaman konsep dan meningkatkan keterampilan dalam melaksanakan praktikum tentang Pemisahan Campuran, berikut ini disajikan kegiatan eksperimen yang dilengkapi dengan petunjuk praktik dalam lembar kegiatan. Untuk kegiatan eksperimen, Anda dapat mencobanya mulai dari persiapan alat bahan, melakukan percobaan dan membuat laporannya. Lakukan percobaan dengan disiplin mengikuti aturan



Kegiatan Pembelajaran 3

bekerja di laboratorium. Sebaiknya Anda mencatat hal-hal penting untuk keberhasilan percobaan, Ini sangat berguna bagi Anda sebagai catatan untuk mengimplementasikan di sekolah. Anda dapat merancang eksperimen secara kreatif kemudian lakukan uji coba rancangan. Anda dapat bekerjasama dalam kelompok masing-masing dan dapat menyelesaikan aktivitas sesuai dengan waktu yang ditentukan.

Aktivitas dapat dilakukan dengan mandiri atau kerjasama terutama pada saat praktikum, kreatif dalam membuat laporan hasil kerja. Laporan yang dikumpulkan merupakan hasil musyawarah mufakat bersama dan jika ada perbaikan menjadi tanggung jawab semua anggota kelompok.

Selanjutnya perwakilan peserta mempresentasikan hasil percobaan, peserta lain menyimak presentasi dengan cermat dan serius sebagai penghargaan kepada pembicara.



LK.D3.02 Pemurnian Garam Dapur

1. Pendahuluan

Kristalisasi merupakan metode pemisahan untuk memperoleh zat padat yang terlarut dalam suatu larutan. Dasar metode ini adalah kelarutan bahan dalam suatu pelarut. Pada percobaan ini akan dilakukan pengolahan garam kotor dalam skala laboratorium (skala mikro) yaitu membersihkan garam dapur dari pengotornya.

2. Tujuan Percobaan

Memurnikan garam dapur dari zat pengotor

3. Alat dan Bahan

Alat :

- gelas kimia 100 ml
- labu erlenmeyer 100 ml
- batang pengaduk
- spatula
- corong kaca
- cawan porselein
- Kaki tiga, kasa dan lampu spiritus

Bahan :

- Garam dapur yang kotor
- Kertas saring
- Air

4. Cara kerja

- 1) Masukkan satu sendok makan garam dapur kotor ke dalam gelas kimia 100 mL.
- 2) Tambahkan 50 mL air, sambil diaduk-aduk.
- 3) Saringlah larutan menggunakan kertas saring ke dalam labu Erlenmeyer 100 mL.
- 4) Pindahkan filtrat ke dalam cawan porselein.
- 5) Panaskan cawan porselein sampai semua air menguap dan mengering. (gambar berikut)

Kegiatan Pembelajaran 3



6) Bandingkan garam hasil yang diperoleh dengan garam mula-mula.

Tabel Pengamatan :

Bahan	warna	Bentuk	Ukuran
Garam asal			
Garam hasil			

5. Pertanyaan

- 1) Adakah perbedaan antara garam sebelum dan sesudah percobaan?
- 2) Metode pemisahan apa saja yang digunakan untuk memurnikan garam kotor dalam percobaan ini ?
- 3) Berikan contoh penggunaan metode ini dalam kehidupan sehari-hari!

LK.D3.03 Sublimasi

Kapur barus dan iodium dapat menyublim dan mengkristal lagi jika didinginkan. Untuk membuktikannya Anda lakukan kegiatan berikut.



Google image

Alat dan Bahan:

Alat

Cawan penguap
Gela kimia
Kaca arloji
Kaki tiga dan kawat kasa
Pembakar spirtus
Lumpang dan alu

Bahan

Kapur barus
Iodium kristal
Es batu
Korek api

Cara Kerja : (Sublimasi pada kapur barus)

- Tumbuk 2 butir kapur barus menjadi butiran-butiran kecil
- Masukkan kapur barus yang telah ditumbuk ke dalam cawan penguap.
- Tutup cawan yang berisi kapur barus oleh kaca arloji yang di atasnya diletakkan es batu.
- Panaskan dalam waktu beberapa menit, matikan api dan diamkan beberapa saat sampai dingin, amati bagian bawah kaca arloji.



Dok.PPPPTK IPA

Cara Kerja : Sublimasi pada iodium

- Masukkan kira-kira 10 butir Kristal iodium kedalam gelas kimia 250 mL, letakan diatas pembakar spirtus
- Tutup gelas kimia dengan kaca arloji yang berisi es batu, kemudian panaskan gelas kimia diatas pembakar spirtus sampai terjadi uap, hati-hati uap jangan terhirup, amati warna uap



Kegiatan Pembelajaran 3

- Matikan pembakar spirtus, tunggu beberapa menit, amati apa yang terjadi pada bagian bawah kaca arloji.

Pertanyaan :

1. Bagaimana sifat fisik kapur barus dan iodium sebelum dipanaskan dan setelah didinginkan kembali. Jelaskan!
2. Jelaskan apa yang terjadi pada kapur barus dan iodium pada percobaan tersebut?
3. Apa yang dimaksud dengan sublimasi?



LK.D3.04 Destilasi

1. Pendahuluan

Penyulingan atau destilasi adalah cara pemisahan campuran yang didasarkan pada perbedaan titik didih komponen-komponennya. Destilasi merupakan salah satu metode pemurnian karena dapat memisahkan suatu campuran dari pengotornya.

2. Tujuan

Memurnikan atau memisahkan campuran dan larutan ke dalam komponen-komponen penyusunnya.

3. Alat dan Bahan

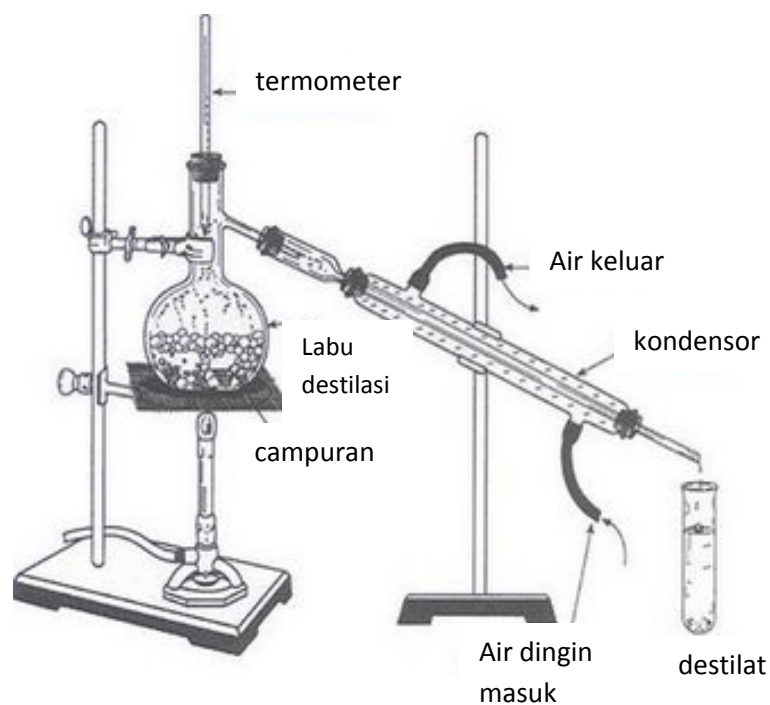
ALAT	JUMLAH	ALAT	JUMLAH
- Statif	2 buah	- Pembakar spiritus	1 buah
- Klem 3 jari	3 buah	- Termometer -10 – 110° Celsius	1 buah
- Penjepit klem	3 buah	- Sumbat karet	1 buah
- Labu didih	1 buah	- Sumbat gabus	1 buah
- Pendingin Leibig	1 buah	- Kasa pembakar	1 buah
- Selang plastik/karet	2 meter	- Kaki tiga	1 buah
- Gelas kimia atau labu erlenmeyer	1 buah	- Adapter	1 buah
BAHAN		JUMLAH	
- Campuran Alkohol dengan air (1 : 1)		200 mL	
- Batu didih atau pecahan porselin		5 butir	
- Spiritus bakar		100 mL	

4. Cara Kerja

- a. Isilah labu destilasi dengan campuran (alkohol dan air). Susunlah Rangkaian alat destilasi seperti pada gambar di bawah. Panaskan labu destilasi, jaga suhu larutan (tidak melebihi titik didih alkohol \pm 78°C).



Kegiatan Pembelajaran 3



b. Amati proses destilasi itu, kemudian bandingkan cairan yang keluar dari pendingin dengan cairan semula !

.....

c. Campuran yang bagaimanakah yang dapat dipisahkan secara destilasi ?

.....



LK.D3.05 Kromatografi Kertas

1. Pendahuluan

Suatu Campuran dapat dipisahkan berdasarkan perbedaan kelarutan dari komponen-komponen pada pelarut yang bergerak terhadap materi yang diam. Pemisahan campuran tersebut dilakukan dengan cara kromatografi.

2. Tujuan

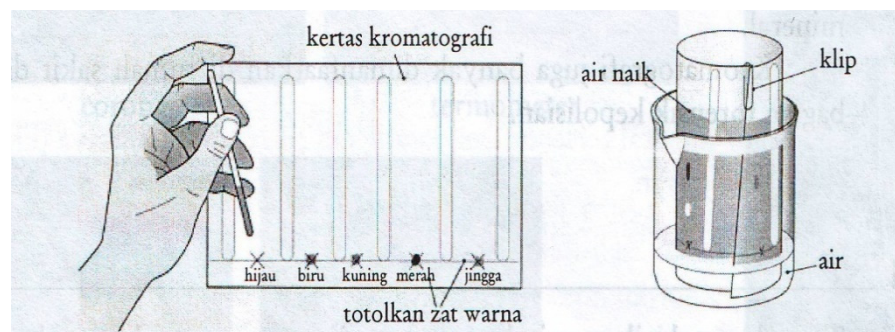
Memisahkan campuran dengan cara kromatografi

3. Alat dan Bahan

ALAT	BAHAN
<ul style="list-style-type: none"> Gelas kimia 	<ul style="list-style-type: none"> kertas saring yang berukuran 15 X 2
<ul style="list-style-type: none"> Batang pengaduk 	<ul style="list-style-type: none"> Tinta warna/ bahan warna lainnya(spidol)

4. Panduan Kegiatan

- Buatlah garis dengan pensil pada jarak 1 cm dari ujung bawah kertas saring
- Totolkan zat warna tinta/spidol pada kertas kromatografi .
- Gantungkan kertas kromatografi/kertas saring pada gelas ukur. di dalam gelas kimia yang berisi air setinggi 1 Cm., zat warna jangan tenggelam seperti gambar dibawah ini
- Biarkan air meresap naik sampai 1 cm dari tepi atas kertas saring.



- Biarkan beberapa saat sampai muncul noda warna lalu keluarkan kertas kromatografi dari dalam gelas kimia dan amati noda yang ada pada kertas tersebut. Catat hasil pengamatan!
- Buatlah kesimpulan dari hasil pengamatan tersebut!

Kegiatan Pembelajaran 3

Kasus/ Pelik-pelik dalam melaksanakan kegiatan

Pada saat guru menyajikan pembelajaran pemisahan campuran dengan praktikum ada beberapa hal yang perlu diperhatikan terutama yang menyangkut keselamatan kerja. Beberapa hal yang harus diperhatikan adalah:

a. Aspek keselamatan kerja

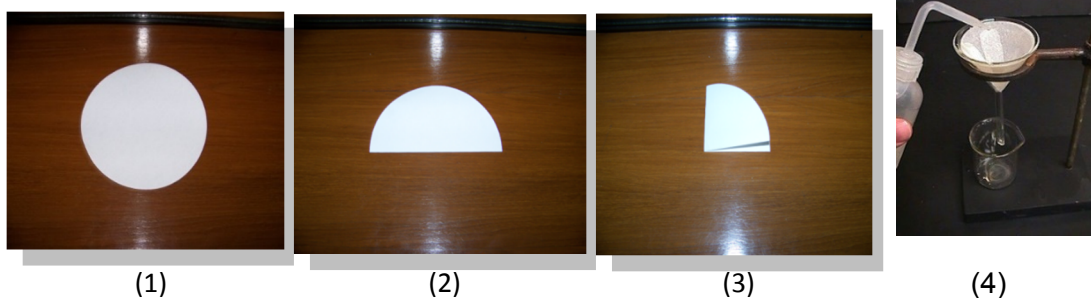
Pembelajaran ini banyak menggunakan alat-alat dari kaca, seperti gelas kimia, labu destilasi, diperlukan kehati-hatian dalam memanaskan. Teliti apakah alat tersebut tahan panas atau tidak.

Pada saat memanaskan campuran menggunakan batu didih, untuk menghindari letupan-letupan pada saat pemanasan.

Pastikan alat-alat dirangkai dengan benar, jangan sampai terlepas dari rangkaiannya

b. Pada proses penyaringan

Yang harus diperhatikan pada saat melakukan penyaringan, cara melipat kertas saring. Kertas saring sebaiknya dilipat seperti pada gambar berikut.



Setelah dilipat empat, kertas saring diukurkan pada corong dan usahakan melekat pada corong dengan meneteskan beberapa tetes air pada kertas saring tersebut.

c. Pada proses destilasi

Beberapa hal yang harus diperhatikan pada proses destilasi yaitu

- 1) Cara memasang termometer pada sumbat. Gunakan lap pada saat memasukkan termometer kedalam sumbat.
- 2) Bila campuran yang akan dipisahkan merupakan campuran yang mudah menguap, dianjurkan menggunakan penangas. Ada dua macam penangas, yaitu:
 - a) Penangas air, digunakan untuk cairan yang mempunyai titik didih dibawah 100°C
 - b) Penangas pasir digunakan untuk cairan yang mempunyai titik didih diatas 100°C
- c) Cara mengalirkan air pada pendingin Libeig agar berfungsi sebagai pendingin dengan baik alirkan air melalui lubang bagian bawah, dan keluarkan melalui lubang bagian atas

d. Kromatografi

Pada saat mentotolkan tinta atau zat warna lain pada kertas kromatografi jangan terlalu dekat dengan ujung bawah kertas, tinta atau zat warna tersebut jangan sampai terendam air, karena mobilitas warna- warna penyusun tinta atau suatu zat warna tidak akan nampak jelas perbedaannya.



Kegiatan Pembelajaran 3

LK.D3.06 Merancang Alat untuk Penjernihan Air

Penjernihan air di PDAM menggunakan prinsip penyaringan atau filtrasi dan penggunaan desinfektan untuk membunuh kuman. Air yang akan dijernihkan mula-mula disaring terlebih dahulu kemudian ditambahkan bahan pengendap untuk mengendapkan partikel-partikel kotoran yang terdapat dalam air dengan menggunakan tawas, $K[Al(SO_4)_2]$, terakhir diberi hipoklorit, $Ca(OCl)_2$, untuk membunuh kuman. Endapan kotoran tersebut dapat dipisahkan dengan cara penyaringan atau filtrasi. Penyaring yang biasa digunakan adalah lapisan pasir, kerikil, ijuk, arang. Air yang telah melalui penyaringan tersebut biasanya sudah jernih. Bau kaporit akan hilang oleh arang yang ada pada penyaring.

Rancanglah alat sederhana untuk penjernihan air tersebut!



3. Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas

LK.D3.07 Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Pemisahan Campuran

Buatlah secara mandiri tiga soal pilihan ganda (PG) dan tiga soal Uraian pada topik Pemisahan Campuran yang dilengkapi dengan kisi-kisi. Gunakanlah format kisi-kisi yang telah disediakan. Cara pengembangan instrumen pilihan ganda dapat Anda pelajari pada modul **Pedagogi Kelompok Kompetensi G (Topik Pengembangan Instrumen Penilaian)**. Pilihlah indikator soal berdasarkan kisi-kisi Ujian Nasional yang terdapat pada bagian **Lampiran 1**. Diskusikanlah dengan teman-teman guru lainnya secara kolaboratif kisi-kisi dan soal yang telah anda buat.

Format Kisi-kisi Soal

No	Indikator Soal	Level Kognitif	Butir Soal	Kunci Jawaban
1				
2				
3				
4				
5				
6				

E. Latihan / Kasus /Tugas

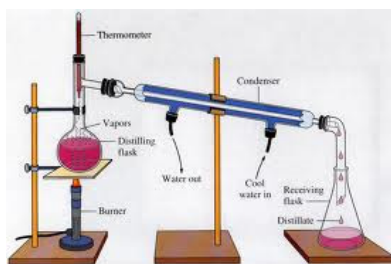
Soal latihan berikut sebagai sarana untuk berlatih penguasaan materi dan juga merupakan contoh yang dapat diadaptasi oleh Anda dalam mengembangkan soal sejenis, baik untuk penilaian formatif, sumatif, maupun ujian.

Latihan Soal Pilihan Ganda

Kerjakanlah soal secara mandiri dan teliti dengan cara memilih salah satu jawaban yang tepat.

1. Campuran dua zat yang berbeda ukuran partikelnya, sangat tepat dipisahkan dengan metode ...
 - A. Kromatografi
 - B. Destilasi
 - C. Filtrasi
 - D. Sublimasi
2. Kromatografi merupakan metode pemisahan campuran yang berdasarkan pada beberapa hal berikut ini, *kecuali*
 - A. Kelarutan dalam pelarut tertentu
 - B. Volatilitas
 - C. Ukuran partikel
 - D. Daya absorpsi bahan penyerap
3. Untuk mendapatkan gula dari air tebu dilakukan melalui proses...
 - A. Kromatografi
 - B. Penyaringan
 - C. Sublimasi
 - D. Kristalisasi
4. Penyaringan merupakan metode yang terbaik untuk pemisahan...
 - A. Air dengan garam
 - B. Air dengan gula
 - C. Air dengan pasir
 - D. Garam dan gula
5. Salah satu manfaat teknik pemisahan campuran adalah pada proses pemisahan minyak bumi. Pemisahan fraksi-fraksi minyak bumi berdasarkan perbedaan
 - A. Titik didih
 - B. Massa jenis
 - C. Kelarutan
 - D. Rumus molekul

6. Bahan yang dipisahkan dengan metode ini berwujud cair. Teknik pemisahan yang dilakukan yaitu campuran dipanaskan pada suhu diantara titik didih bahan yang diinginkan. Zat/bahan yang diinginkan akan menguap, uap dilewatkan pada tabung pendingin (kondensor). Uap yang mencair ditampung dalam wadah. Metode pemisahan campuran yang dilakukan seperti pernyataan diatas adalah...
- Kromatografi
 - kristalisasi
 - Destilasi
 - Filtrasi
7. Proses penjernihan air yang dilakukan dengan membuat bak penampung yang dimasukan batu krikil, pasir dan injuk adalah pemisahan campuran dengan metode...
- Filtrasi
 - Destilasi
 - Sublimasi
 - Kromatografi
8. Perhatikan gambar berikut.



Contoh campuran yang dapat dipisahkan dengan cara seperti diatas adalah.....

- Air dengan minyak
- Air dengan alkohol
- Larutan garam
- Larutan gula



Kegiatan Pembelajaran 3

9. Kegiatan pemisahan campuran dengan cara kromatografi terjadi pada...
 - A. Teh dari air teh
 - B. Garam dari air laut
 - C. Aspal dari minyak bumi
 - D. Zat pewarna pada tumbuhan

10. Iodium atau kapur barus yang kotor dapat dipisahkan dan dibersihkan dari kotorannya. Cara yang tepat untuk pemisahan ini dengan menggunakan Teknik..
 - A. filtrasi
 - B. Sublimasi
 - C. Destilisasi
 - D. Evaporasi



F. Rangkuman

Campuran dapat dipisahkan secara fisik dengan berbagai metoda pemisahan. Campuran dapat dibedakan menjadi campuran homogen dan campuran heterogen. Pemisahan campuran dapat dilakukan dengan metoda: penyaringan, kromatografi, kristalisasi, sublimasi dan destilasi.

Pada proses penjernihan air menggunakan prinsip penyaringan atau filtrasi dengan menambahkan desinfektan untuk membunuh kuman. Prinsip kristalisasi adalah pembentukan kristal digunakan dalam pemurnian garam, sedangkan dalam pemisahan minyak bumi digunakan prinsip destilasi yaitu pemisahan berdasarkan perbedaan titik didih, prosesnya disebut dengan destilasi bertingkat. Metoda sublimasi dapat digunakan untuk memisahkan senyawa yang bersifat volatil, mudah menguap walau dalam bentuk padatan seperti kapur barus dan iodium. Prinsip dasar dalam analisa kromatografi adalah berdasarkan pada prinsip distribusi fasa yakni suatu perpindahan komponen-komponen zat yang dianalisa dari suatu fasa yang bergerak (eluen/pelarut) menuju ke fasa lain yang diam (adsorben) yang dilaluinya.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan ini, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 75%, silahkan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 75%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan belajar ini dengan kerja keras, kreatif, disiplin dan kerja sama.



Kegiatan Pembelajaran 3

H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus

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



Kegiatan Pembelajaran 4

Pesawat Sederhana

Pesawat sederhana memiliki pengertian sebagai sebuah alat mekanik yang mampu merubah arah atau besaran yang timbul dari sebuah gaya. Pesawat sederhana adalah dasar dari semua mesin lain yang lebih rumit. Misalnya saja, dalam sebuah rangkaian sepeda akan dijumpai roda, pengungkit atau juga katrol. Keuntungan mekanik yang diperoleh pengendara sepeda, adalah kumpulan dari semua pesawat sederhana. Secara umum, keberadaan pesawat sederhana ini dapat disebut sebagai sebuah sistem mekanis paling sederhana dengan memanfaatkan keuntungan mekanik guna meningkatkan gaya. Semua prinsip kerja dari pesawat sederhana merupakan nikmat Tuhan yang Maha Esa yang diberikan kepada manusia untuk mempermudah manusia melakukan usaha.

Keberadaan pesawat sederhana ini sudah ada sejak masa lalu, tepatnya sejak tiga abad sebelum masehi. Pada masa itu, seorang filsuf dari Yunani, Archimedes memiliki pemikiran membuat sebuah rangkaian pengungkit yang dapat digunakan buat membantu manusia menyelesaikan berbagai aktivitas mereka.

Dalam kehidupan sehari-hari, kita tak dapat melepaskan diri dari ketergantungan pada pesawat sederhana tersebut. Secara umum, ada beberapa pesawat sederhana yang mudah dijumpai dan kita manfaatkan buat membantu aktivitas keseharian kita. Modul ini akan menguraikan tentang jenis-jenis pesawat sederhana lengkap dengan keuntungan dan kerugiannya.

Jika guru belajar materi ini dengan kerja keras, profesional, kreatif dalam melakukan tugas sesuai instruksi pada bagian aktivitas belajar yang tersedia, disiplin dalam mengikuti tahap-tahap belajar serta bertanggung jawab dalam membuat laporan atau hasil kerja maka kompetensi guru akan meningkat.

A. Tujuan

Setelah guru mempelajari modul ini dengan kerja keras, disiplin, jujur, kreatif, kerjasama dan tanggungjawab, diharapkan dapat memahami konsep pesawat sederhana, jenis pesawat sederhana, dan kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari.

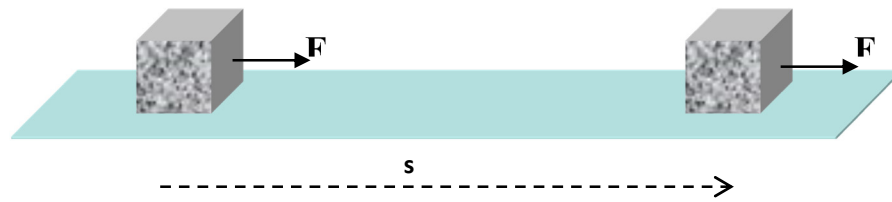
B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menjelaskan pengertian usaha
2. Menjelaskan hubungan usaha, gaya dan perpindahan
3. Menjelaskan pengertian pesawat sederhana
4. Menjelaskan berbagai jenis pesawat sederhana
5. Menjelaskan keuntungan bidang miring
6. Menjelaskan keuntungan roda
7. Menjelaskan keuntungan pengungkit
8. Menjelaskan keuntungan katrol
9. mendeskripsika penerapan pesawat sederhana dalam kehidupan sehari-hari

C. Uraian Materi

1. Usaha

Kehidupan sehari-hari kita pernah menyaksikan orang sedang mendorong mobil yang mogok. Bila mobil didorong mengalami perpindahan maka orang tersebut disebut melakukan usaha, tapi bila mobilnya tidak mengalami perpindahan atau tetap posisinya maka dikatakan orang tersebut tidak melakukan usaha menurut ilmu fisika. Dalam fisika, usaha atau kerja harus melibatkan gaya dan perpindahan tempat, dengan kata lain Usaha didefinisikan sebagai perkalian antara Gaya yang menyebabkan benda berubah posisinya terhadap titik acuan tertentu atau mengalami Perpindahan. Perhatikan gambar berikut:



Gambar 37. Usaha yang Dilakukan Gaya pada Bidang Datar

Pada gambar di atas sebuah gaya F bekerja pada benda yang terletak pada bidang mendatar. Benda itu berpindah sejauh s . Besarnya usaha ($W = work$) yang dilakukan oleh gaya mendatar tersebut merupakan hasil kali gaya dengan perpindahan benda. Dirumuskan:

$$W = F \cdot s$$

W = Usaha (joule)

F = gaya (N)

S = perpindahan benda (m)

Satuan Usaha dalam Sistem Internasional adalah Joule yang setara dengan 1 Newton.meter, sedangkan dalam sistem cgs satuan Usaha adalah erg yang setara dengan 1 dyne.cm. Kesetaraan antara 1 Joule dan 1 erg adalah sebagai berikut :

$$1 \text{ m} = 10^2 \text{ cm,}$$

$$1 \text{ Newton} = 10^5 \text{ dyne}$$

sehingga :

$$1 \text{ Joule} = 10^5 \text{ dyne} \cdot 10^2 \text{ cm,}$$

$$1 \text{ Joule} = 10^7 \text{ erg}$$

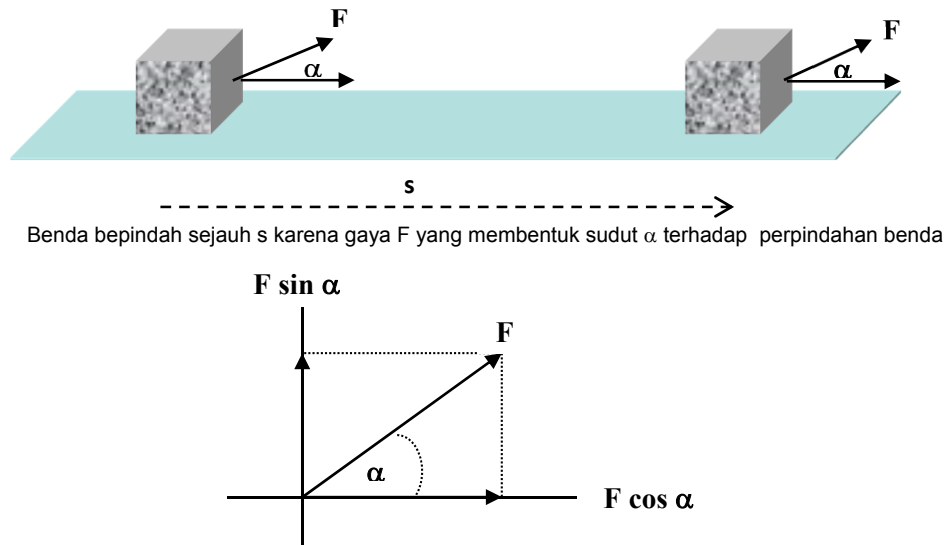
2. Hubungan Besar Usaha, Arah Gaya dan Arah Perpindahan

Besar usaha yang dilakukan oleh gaya yang bekerja pada benda bergantung pada besar gaya yang bekerja, besar perpindahan benda, dan arah gaya, serta arah perpindahan benda secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

a. Gaya pada Benda Membentuk Sudut Tertentu Terhadap Arah Perpindahan Benda

Jika gaya F membentuk sudut α terhadap perpindahan benda, maka besar usaha (W) yang dilakukan gaya itu adalah hasil kali perpindahan dengan komponen gaya pada arah perpindahan benda.

Kegiatan Pembelajaran 4



Gambar 38. Usaha yang Dilakukan Gaya Membentuk Sudut Tertentu

Dari gambar diatas dapat dirumuskan :

$$W = F_{(\text{arah sumbu mendatar})} \cdot s$$

$$W = F \cos \alpha \cdot s$$

sehingga :

$$W = F \cdot s \cdot \cos \alpha$$

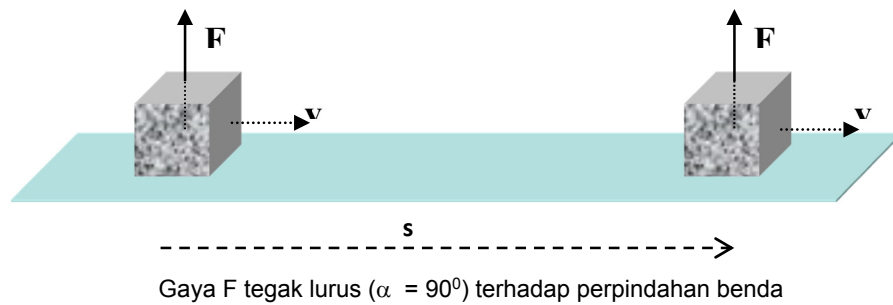
b. Gaya Bekerja pada Benda Arahnya Tegak Lurus Terhadap Perpindahan

Jika gaya bekerja pada benda dan arahnya tegak lurus pada arah perpindahan, usaha dari gaya itu nol, dengan kata lain tidak ada usaha yang dilakukan. Arah gaya tegak lurus terhadap arah perpindahan. Diperoleh:

$$W = F \cdot s \cdot \cos 90^\circ$$

$$= 0$$

Karena $W = 0$ maka gaya itu tidak melakukan usaha. Artinya perpindahan benda bukan disebabkan oleh gaya itu.

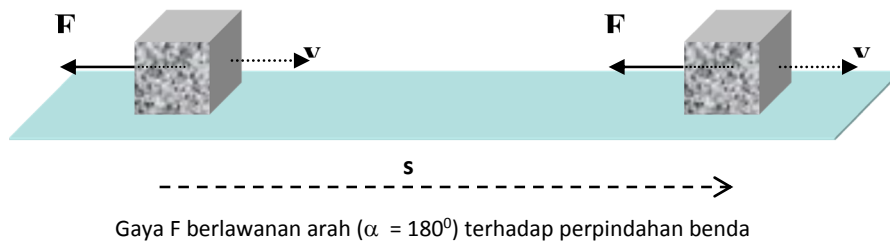


Gambar 39. Usaha yang Dilakukan Gaya Membentuk Sudut 900

c. Gaya Bekerja pada Benda Berlawanan Arahnya Terhadap Arah Perpindahan

Gaya yang bekerja pada benda berlawanan dengan arah perpindahan benda, dikatakan bahwa usaha yang dilakukan oleh gaya itu negatif. Perpindahan benda berlawanan dengan arah dengan gaya. Diperoleh:

$$\begin{aligned} W &= F \cdot s \cdot \cos 180^\circ \\ &= F \cdot s \cdot -1 \\ &= - F \cdot s \end{aligned}$$

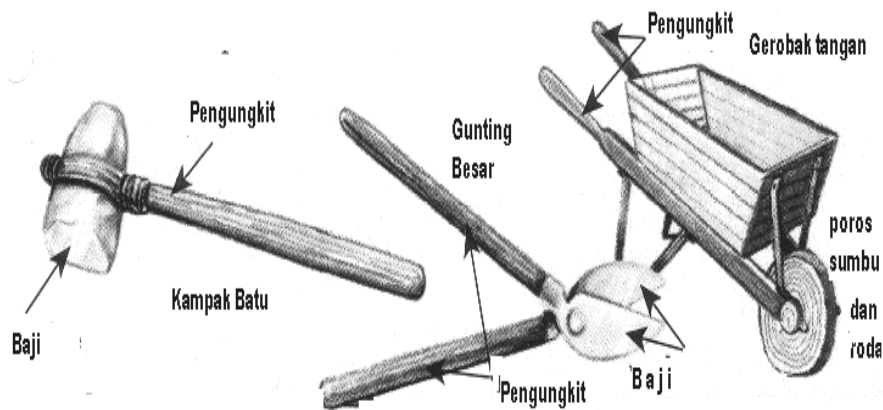


Gambar 40. Usaha yang Dilakukan Gaya Membentuk Sudut 1800

3. Pesawat Sederhana

Pada zaman dahulu orang menggunakan kampak batu untuk menebang pohon, membelah kayu, dan lain-lain. Demikian pula gunting besar dan gerobak tangan digunakan oleh orang zaman dahulu dan sekarang, hanya teknologinya lebih maju. Pesawat sederhana yang sedikit kompleks ini pada prinsipnya untuk memudahkan umat manusia dalam melakukan aktivitas kehidupannya. Perhatikan gambar di bawah ini.

Kegiatan Pembelajaran 4

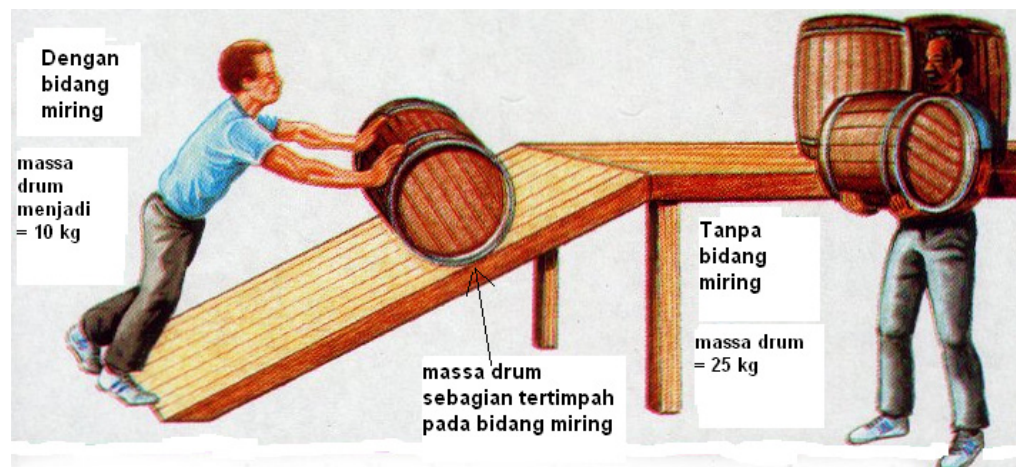


Gambar 41. pesawat sederhana

Pengertian pesawat menurut fisika adalah alat untuk memudahkan orang melakukan usaha. Penggunaan pesawat sederhana dapat memperoleh gaya yang besar dari gaya yang kecil yang dikeluarkan. Dengan menggunakan pesawat sederhana orang dapat melakukan pekerjaan dengan lebih baik, lebih cepat, dan lebih murah. Dalam kehidupan sehari-hari, orang menggunakan pesawat sederhana untuk tujuan mengubah energi, memindahkan energi, memperbesar kecepatan dan mengubah arah. Pesawat sederhana banyak sekali jenisnya dan semuanya dibuat untuk memudahkan manusia melakukan usaha.

a. Bidang Miring

Salah satu pesawat sederhana adalah bidang miring. Prinsip kerja bidang miring dapat dilihat pada gambar berikut.

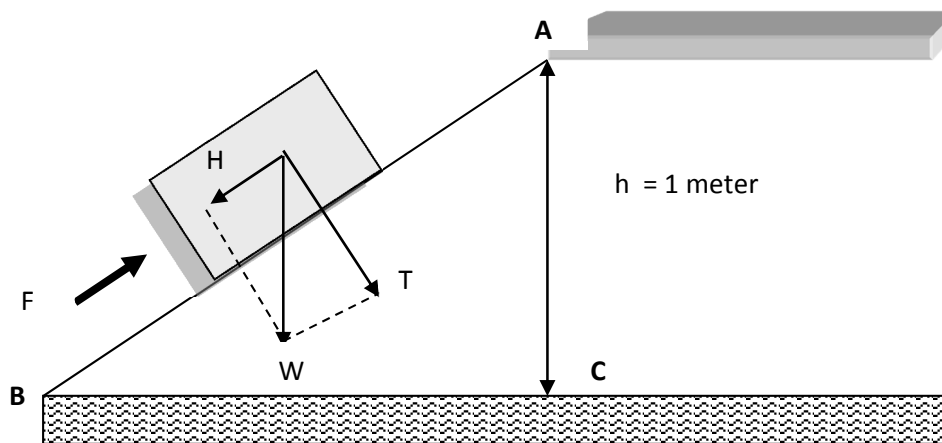


Gambar 42. Memindahkan drum dengan cara diangkat dan menggunakan bidang miring (sumber : <http://www.sirinet.net/sixsimple.html>)

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.

Kegiatan Pembelajaran 4



Gambar 43. Mengangkat peti /balok dengan bantuan bidang miring

Berat peti/balok $W = 250$ N arahnya selalu vertikal ke bawah. Adapun gaya yang diberikan seseorang untuk mendorong peti/balok adalah sebesar F arahnya sejajar bidang miring ke atas. Gaya F 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 . Gaya yang melawan gaya F berasal dari sebagian berat balok W yang besarnya H . Terlihat dari gambar 40 di atas bahwa gaya H sebagian dari balok lebih kecil daripada berat balok. Kita ketahui bahwa pesawat sederhana (bidang miring salah satunya) tidak melakukan usaha melebihi usaha yang dilakukan orang menggunakan pesawat sederhana itu.

Dari gambar 40, sepanjang bidang miring orang yang mendorong balok itu sampai ke ujung A dari ujung B, maka usaha yang dilakukan sebesar, $usaha = F \times l$. Jika balok diangkat vertikal ke atas dari C ke ujung A, maka usaha yang dilakukan sebesar $usaha = w \times h$.

Usaha yang dilakukan dengan bantuan bidang miring sebesar $F \times l$, paling besar sama dengan usaha yang dilakukan berat benda, bila balok itu diangkat vertikal ke atas. Dengan demikian diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$F \times l = w \times h$$

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:

$$\frac{H}{w} = \frac{h}{l} \text{ atau } H \times l = h \cdot w$$

Besarnya gaya H = gaya dari orang yang mendorong balok itu, sehingga diperoleh bahwa $F \times l = w \times h$.

Dari uraian di atas bahwa keuntungan mekanik adalah suatu bilangan yang menyatakan pelipatgandaan hasil dari suatu pesawat sederhana terhadap gaya atau jarak perpindahan. Pada bidang miring keuntungan mekaniknya adalah:

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

Sebagaimana terlihat pada gambar 40, jika panjang papan $AB = l = 2,5\text{m}$ 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, didorong sepanjang bidang miring hanya dengan 100 N.

Gaya 100 N yang diberikan dapat mengangkat balok seberat 250 N yaitu 2,5 gaya yang diberikan pada balok tersebut.

Jadi, efisiensi sebuah pesawat sederhana dapat didefinisikan sebagai:

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



Kegiatan Pembelajaran 4

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*. Usaha *out-put* yang dihasilkan bidang miring, $w \times h$.

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,

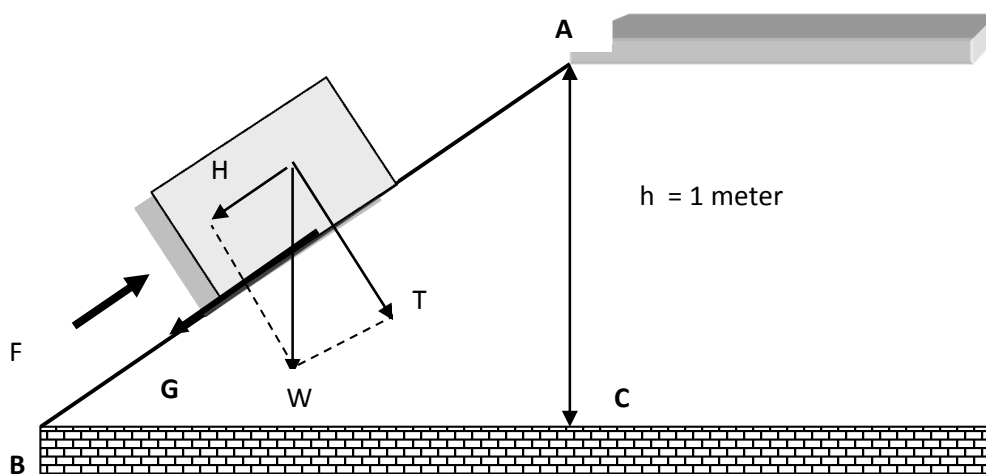
$$\text{Efisiensi} = \frac{w \times h}{H \times l} \times 100\%$$

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,

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

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 di bawah ini.



Gambar 44. Papan miring memberikan gaya gesekan sebesar G pada balok, arahnya ke bawah

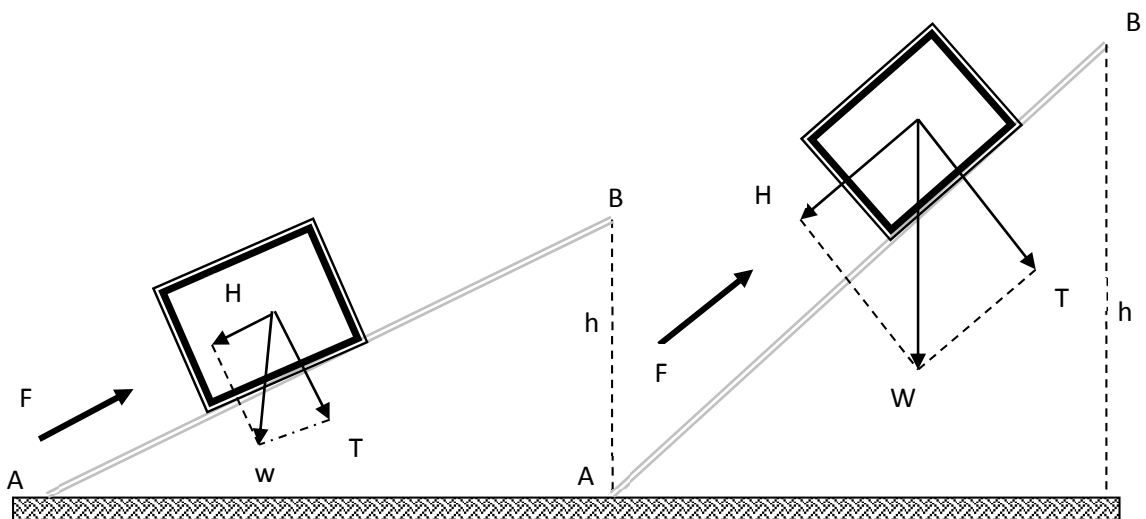
Dari gambar 41, terlihat bahwa gaya yang diberikan untuk mendorong balok ke atas sebesar F harus melawan gaya H dan gaya gesekan G . Dengan demikian gaya yang diberikan $F = H + G$.

Adapun usaha in-put yang diberikan menjadi $F \times l = (H+G) \times l$.

Jadi, efisiensi bidang miring menjadi:

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

Bila kita perhatikan bahwa usaha yang dilakukan gaya gesekan besarnya $G \times l$ 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.





Kegiatan Pembelajaran 4

Gambar 45. Perbandingan gaya H yang harus dilawan. Gaya H sebelah kiri lebih kecil daripada gaya H sebelah kanan yang harus dilawan.

Jika kita lihat gambar 45 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 45 diatas.

Contoh-contoh:

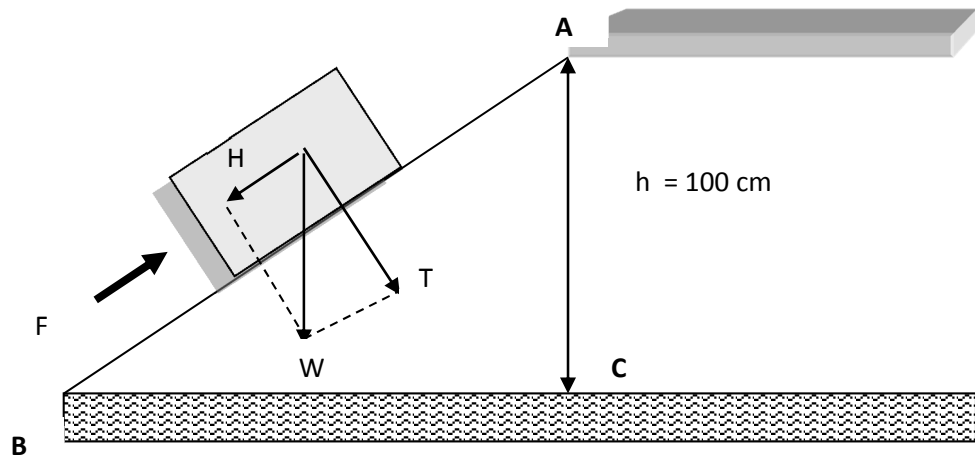
- 1) Jika panjang papan bidang miring 4 m dalam keadaan licin , tinggi ujung atas papan dari tanah 100 cm, dan papan bidang miring itu digunakan untuk mendorong balok sampai tingginya 100 cm. Tentukan :
 - a. Berapa keuntungan mekaniknya ?
 - b. Berapa gaya yang harus dilawan untuk mendorong balok ke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



Gambar 46. Bidang Miring (pesawat sederhana)

Adapun usaha yang dilakukan seseorang $F \times l$ sama dengan usaha yang dilakukan bidang miring (pesawat sederhana), atau dapat juga usaha yang dilakukan berat balok $w \times h$ sebagai usaha *out-put*, sehingga

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

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

- 2) Dengan menggunakan data pada soal no.1 di atas, balok yang beratnya 2500 N saat didorong ke atas mendapat gaya gesekan sebesar 50 N dari papan itu.

Hitunglah :

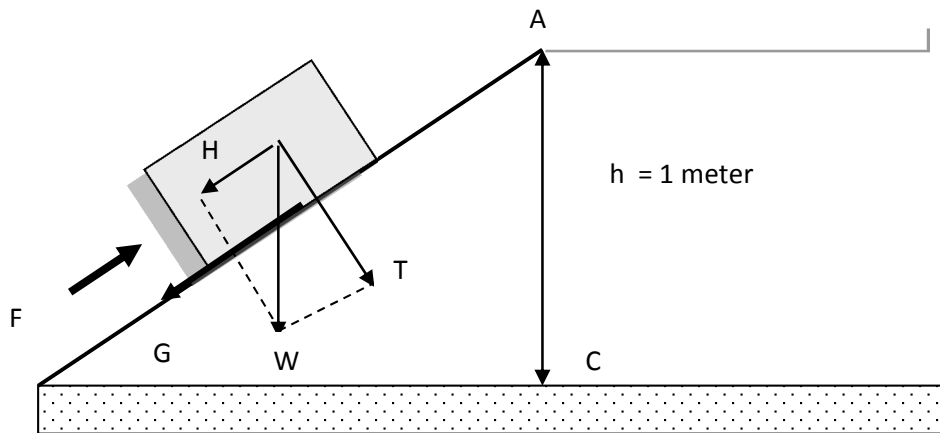
- Berapa efisiensi pada bidang miring tersebut ?
- Berapa gaya yang harus diberikan untuk mendorong balok ke atas ?

Catatan : Buatlah sketsa gambarnya !

Penyelesaian :



Kegiatan Pembelajaran 4



Dari gambar terlihat bahwa gaya yang harus dilawan untuk mendorong balok adalah $H + G$. Bila gaya yang harus diberikan seseorang adalah F maka

$F = H + G$. Di mana $G =$ gaya gesekan, $H = 625 \text{ N}$, sehingga efisiensi bidang miring adalah

$$a. \text{Efisiensi} = \frac{w \times h}{(H + G)l} \times 100\% = \frac{2500 \times 1}{(625 + 50)4} = \frac{2500}{2700} = 92\%$$

b. Gaya yang harus diberikan menjadi, $F = H + G = 625 \text{ N} + 50 \text{ N} = 675 \text{ N}$.

b. 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

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





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}).

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

dimana

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

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 = gaya beban

F = 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*





Kegiatan Pembelajaran 4

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

$$P_{out} = \frac{W_{out}}{t} = \frac{mgh}{t}$$
$$= (2,5 \text{ kg / detik} \times 9.8 \text{ m / detik}^2 \times 80 \text{ m}) = 1960 \text{ watt}$$





dengan demikian

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

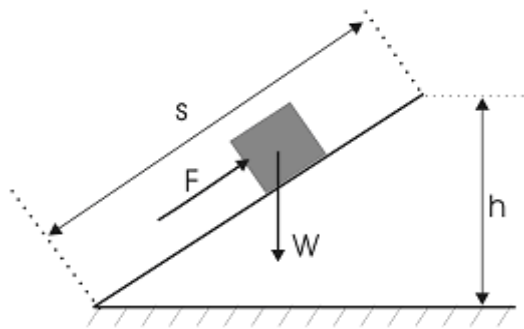
$$P_{in} = \frac{1960\text{ w}}{0.8} = 2450\text{ watt}$$

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

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 44.



Gambar 47 Bidang miring dengan komponen beban dan gaya masukan

Keuntungan mekanik sebenarnya bidang miring adalah

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

dan

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





Kegiatan Pembelajaran 4

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 $s/h = 5,76$

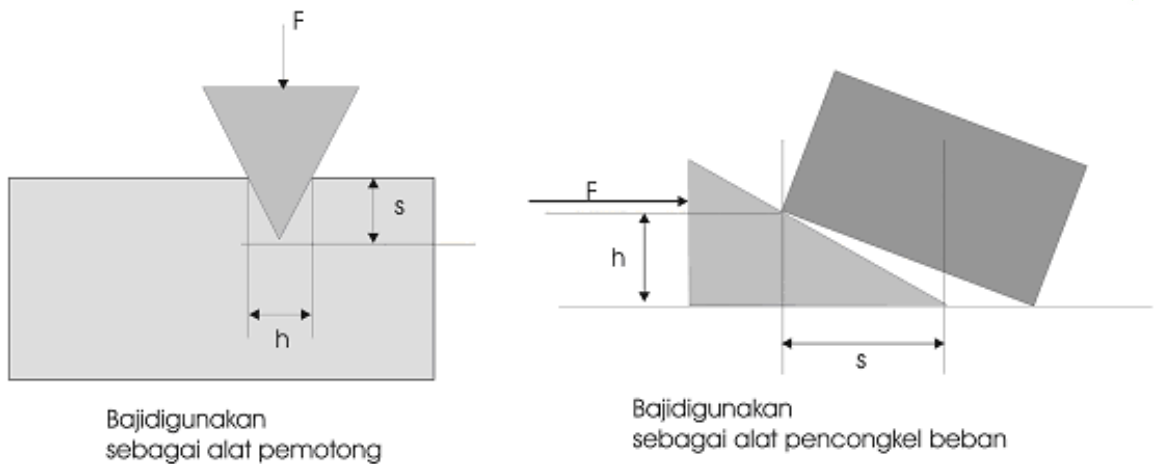
- (a) Berapa A.M.A dan berapa pula I.M.A nya?
- (b) Tentukan pula efisiensinya ?

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 %

c. Baji



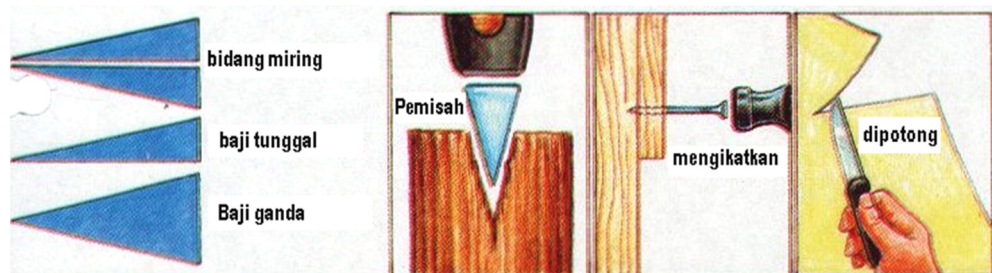


Gambar 48. Baji digunakan sebagai alat pemotong dan pencokel/penggeser

Baji dapat digunakan pula sebagai alat pemotong atau penggeser beban berat seperti tampak pada gambar 46. 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 adalah suatu bidang miring yang runcing-nya pada tepi yang tajam



Gambar 49. Berbagai jenis baji

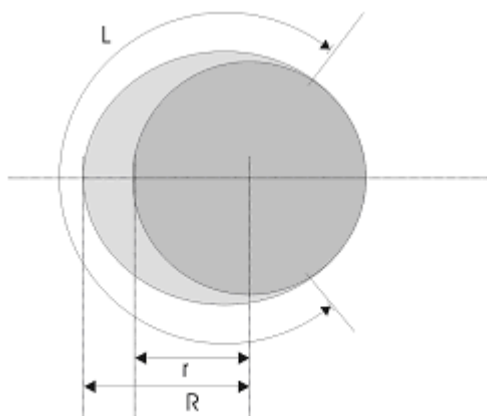
Baji menggunakan bahan dari kayu atau logam, seperti desain gambar 47 di atas.

1) Baji Putar

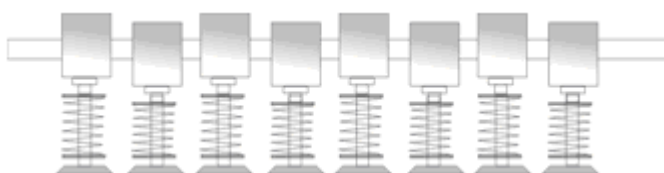


Kegiatan Pembelajaran 4

Baji lain adalah Baji putar yang biasa digunakan untuk mengungkit katup mesin kendaraan, lihat gambar 48. Baji ini mempunyai kelebihan dalam hal gesekannya yang sangat kecil, lebih-lebih memakai pelumas, gesekannya hampir tidak ada (nol). Baji putar sangat ideal, oleh karena mempunyai keuntungan mekanik idealnya cukup besar.



(a) Penampang lintang



(b) Baji putar (bubung) pada mesin kendaraan

Gambar 50. Baji putar dengan penampang lintang pada mesin kendaraan

I.M.A baji putar adalah:

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

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

2) Baud dan dongkrak sekrup



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

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

Khusus untuk dongkrak

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

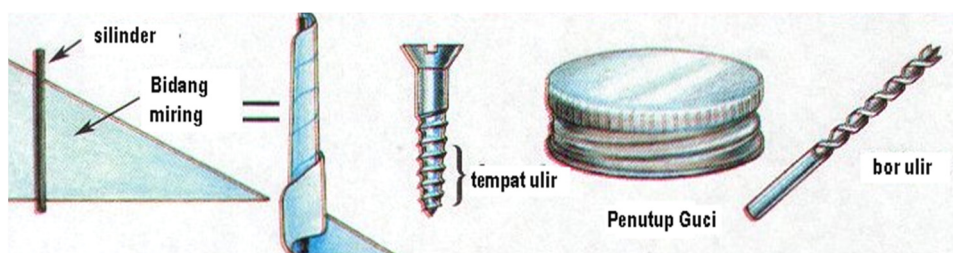
dengan p =jarak anggukan



(a) Baud dan sekrup (b) Dongkrak sekrup

Gambar 51 Beberapa jenis baud, sekrup dan dongkrak sekrup

Sekrup adalah suatu bidang miring yang ada tempat ulir di sekitar silinder pusat



Gambar 52. Desain dan Alat 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

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

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

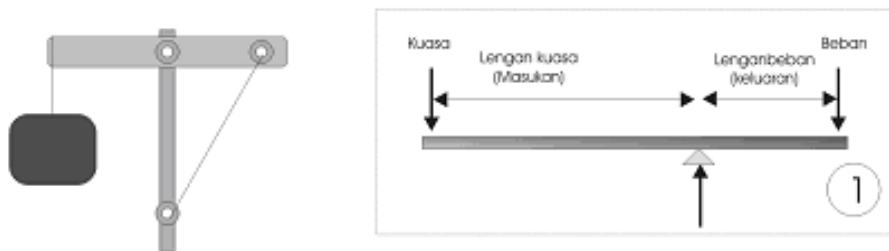
d. Pengungkit

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-5. Ketiga katagori pengungkit tersebut yaitu ;

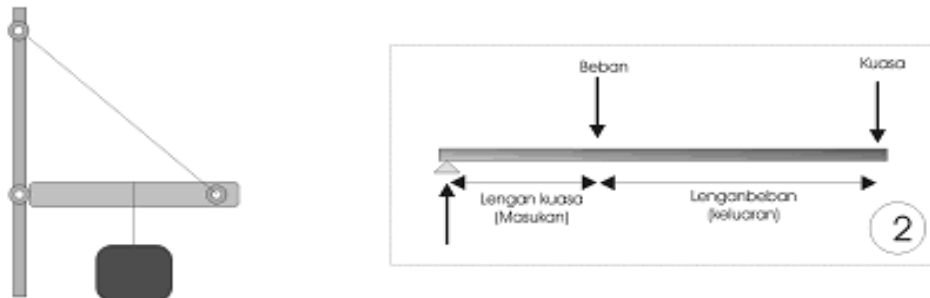
- 1) Pengungkit dengan titik tumpu berada di antara titik kuasa dan titik beban
- 2) Pengungkit dengan beban berada di antara titik tumpu dan kuasa

3) Pengungkit dengan titik kuasa berada di antara titik beban dan titik kuasa

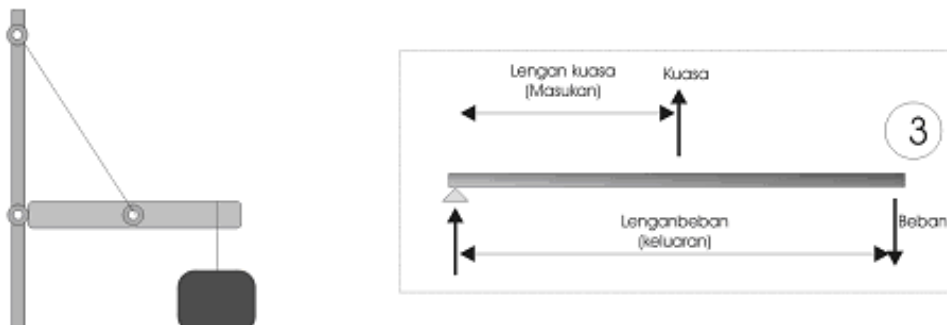
Pada pengungkit, kehilangan gesekan yang muncul cukup kecil, karena luas yang bersentuhan antara penumpu dan pengungkit cukup kecil. Pada saat pengungkit berada pada posisi kesetimbangan, perhitungan gaya-gaya sejajar yang tak diketahui dapat dilakukan menurut aturan penjumlahan gaya-gaya sejajar.



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

Gambar 53. Jenis pengungkit dengan titik tumpu, titik kuasa, dan beban



Kegiatan Pembelajaran 4

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

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

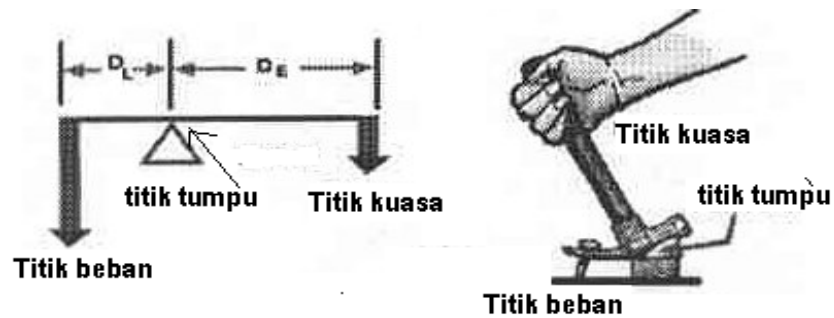
$$I.M.A = \frac{s}{h} = \frac{l_{in}}{l_{out}}$$

e. Aplikasi Pengungkit dalam Kehidupan Sehari-Hari

Ada tiga kelompok alat pengungkit (tuas) :

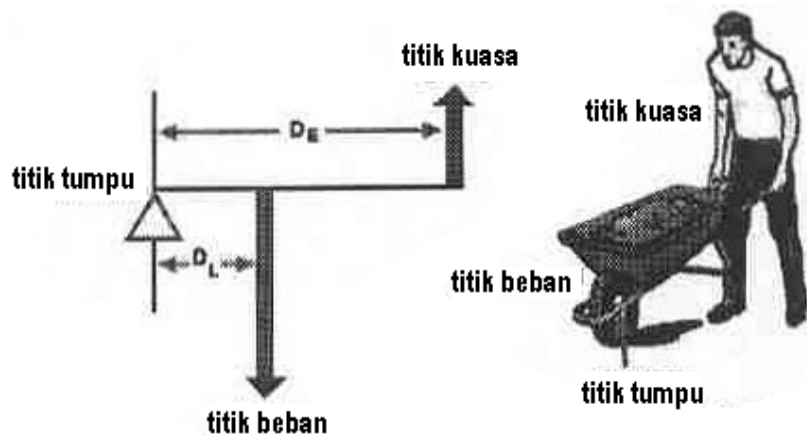
- 1) Titik tumpu yang mungkin adalah titik yang berada antara titik beban dan titik kuasa.
 - Contohnya : Pada palu yang digunakan untuk mencabut paku





Gambar 54. Pengungkit dengan titik tumpu berada di antara titik kuasa dan titik beban

- 2) Titik beban yang mungkin adalah titik di antara titik tumpu dan titik kuasa.
 - Contohnya : Gerobak roda satu yang didorong

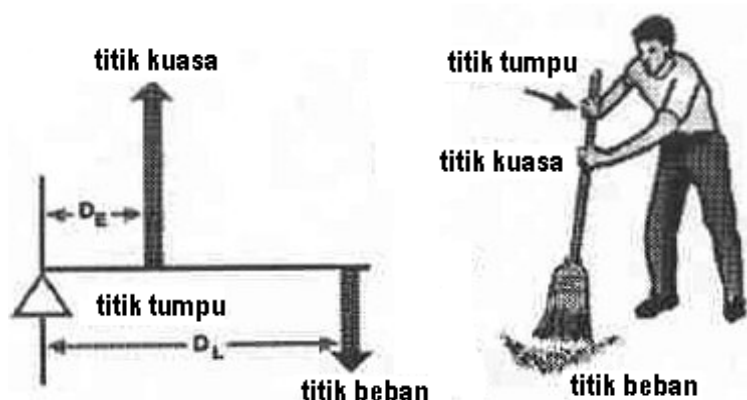


Gambar 55. Pengungkit dengan beban berada di antara titik tumpu dan kuasa

- 3) Titik kuasa yang mungkin adalah diterapkan di manapun antara titik tumpu dan titik beban
 - Contohnya : Sapu dengan alat pemegangnya yang digunakan untuk menyapu.



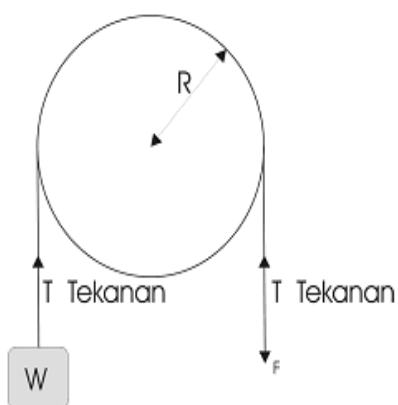
Kegiatan Pembelajaran 4



Gambar 56. Pengungkit dengan titik kuasa berada di antara titik beban dan titik kuasa

f. 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. Disamping 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 57. Puli tunggal

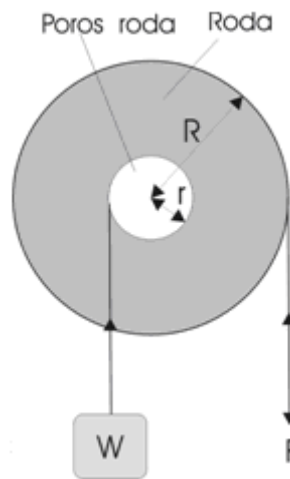


Dilihat dari sisi kerja pengungkit, nilai I.M.A puli adalah sama dengan 1. Untuk anggapan jika tidak ada gesekan (atau diabaikan) maka besarnya gaya tekanan/tarikan di kedua sisi tali sama besar, lihat gambar. Untuk puli dengan beban berada pada poros as puli, gambar 57, keuntungan mekanik idealnya adalah

$$I.M.A = \frac{\text{Jarak tempuh lintasan kuasa}}{\text{Jarak tempuh lintasan beban}}$$

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

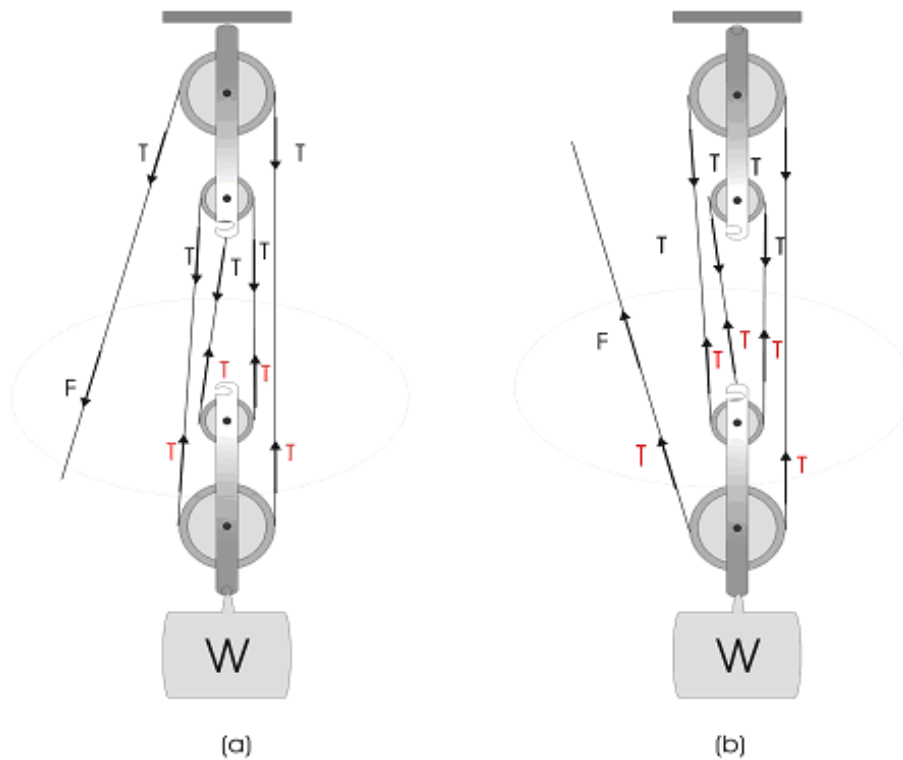
dimana R adalah jari-jari puli besar, r adalah jari-jari poros.



Gambar 58. Bagian dari katrol tunggal

Untuk puli ganda dengan katrol seperti yang ditunjukkan Gambar 58 (a) dan (b). Gambar 58, kuasa ditarik ke bawah dimana masing-masing gesekan berjumlah saling meniadakan sehingga IMA=AMA.

Kegiatan Pembelajaran 4



Gambar 59. Puli ganda dengan jumlah katrol 4

Dengan melihat beban tarikan ke atas beban, beban w mempunyai persamaan $W = 4T$ seperti pada gambar 56 (a).

Dimana $F = T$, jadi

$W = -4F$, dengan demikian

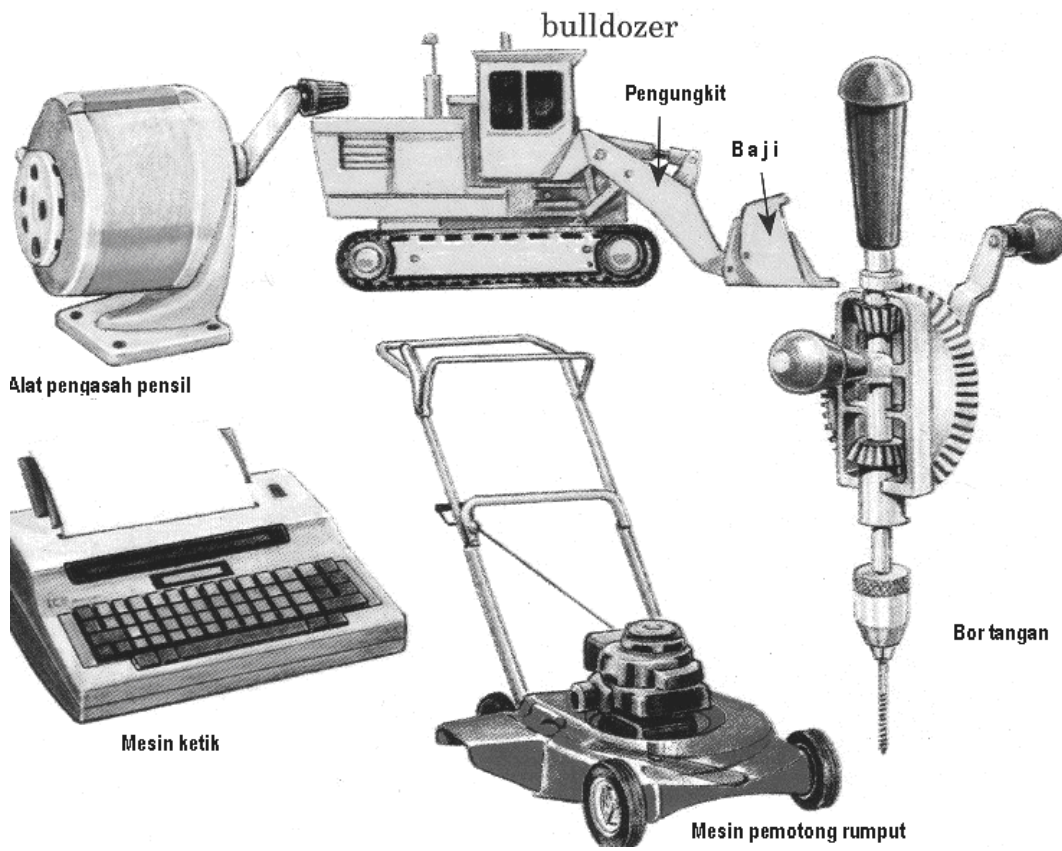
$AMA = IMA = w/F = 4$

Untuk gambar 4.23 (b), $W = 5T$ dengan demikian

$AMA = IMA = w/F = 5$

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

Di zaman modern dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam upaya untuk memudahkan aktivitas manusia digunakan mesin atau pesawat yang lebih kompleks seperti bulldozer, alat pengasah pensil, mesin ketik, mesin pemotong rumput, bor tangan, dan lain-lain.



Gambar 60. Berbagai jenis mesin masa kini (pesawat tidak sederhana)

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pembelajaran pada kegiatan pembelajaran Pesawat Sederhana terdiri atas tiga bagian, yaitu diskusi materi, aktivitas praktik dan latihan membuat soal. Anda dipersilahkan melakukan aktivitas pembelajaran tersebut secara mandiri dengan penuh semangat dan tanggung jawab yang tinggi.

1. Diskusi Materi

Buatlah ringkasan uraian materi Pesawat Sederhana dalam bentuk peta pikiran secara mandiri, kemudian diskusikan dalam kelompok. Selanjutnya perwakilan kelompok mempresentasikan hasil diskusi kelompok, anggota kelompok lain memperhatikan secara serius juga menanggapi secara aktif.

LK.D4.01 Diskusi Materi Topik Pesawat Sederhana

Tujuan

Melalui diskusi kelompok peserta diklat mampu mengidentifikasi konsep-konsep penting pada topik Pesawat Sederhana.

Langkah Kegiatan :

- a. Pelajarilah topik Pesawat Sederhana dari bahan bacaan pada modul ini dan bahan bacaan lainnya!
- b. Diskusikan secara kelompok untuk mengidentifikasi konsep-konsep penting yang ada pada topik tersebut!
- c. Buatlah rangkuman materi tersebut dalam bentuk peta pikiran (*mind map*)!
- d. Presentasikanlah hasil diskusi kelompok Anda!
Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain

2. Aktivitas Praktik

Setelah mengkaji materi tentang konsep Pesawat Sederhana, Anda dapat mempelajari kegiatan eksperimen yang dalam modul ini disajikan petunjuknya dalam lembar kegiatan. Untuk kegiatan ekaperimen, Anda dapat mencobanya mulai dari persiapan alat bahan, melakukan percobaan dan membuat laporannya. Sebaiknya Anda mencatat hal-hal penting untuk keberhasilan percobaan, Ini sangat berguna bagi Anda sebagai catatan untuk mengimplementasikan di sekolah.

Aktivitas dapat dilakukan dengan mandiri atau kerjasama terutama pada saat praktikum, kreatif dalam membuat laporan hasil kerja. Laporan yang dikumpulkan merupakan hasil musyawarah mufakat bersama dan jika ada perbaikan menjadi tanggung jawab semua anggota kelompok.

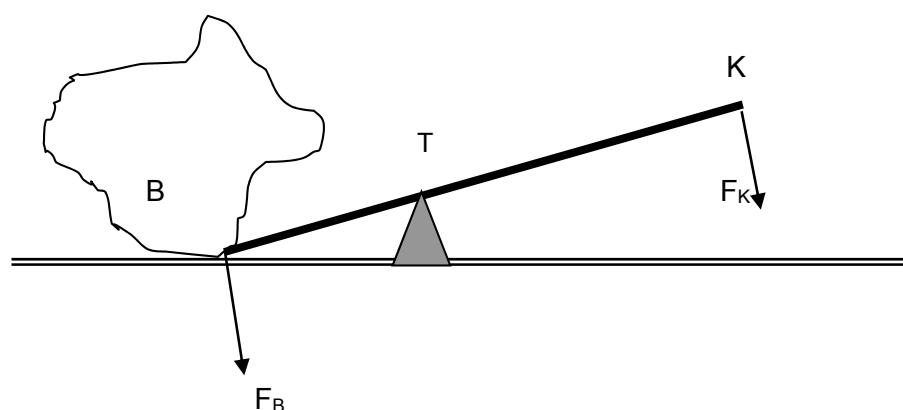
Selanjutnya perwakilan peserta mempresentasikan hasil percobaan, peserta lain menyimak presentasi dengan cermat dan serius sebagai penghargaan kepada pembicara.

LK.D4.02: TUAS

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.





Kegiatan Pembelajaran 4

Gambar 61. Tuas dengan titik tumpu, titik kuasa, dan titik beban

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

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

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

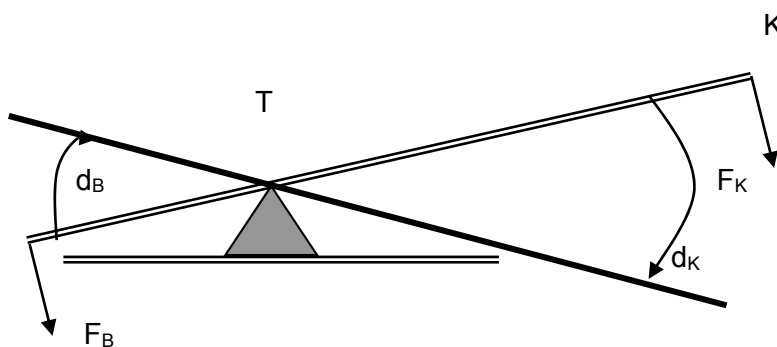
Jadi Keuntungan Mekanik, KM =

$$\frac{l_k}{l_b}$$

dan Efisiensi tuasnya adalah:

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

Jika kita perhatikan gambar di bawah ini,



Gambar 62. 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 :

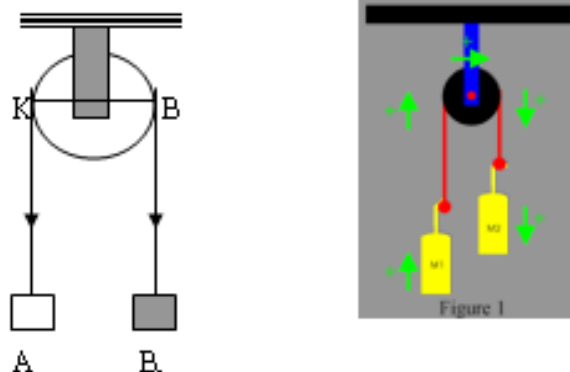
- 1) Buatlah LKS (lembar kegiatan siswa) mengenai tuas dengan langkah - langkah (judul, tujuan, kompetensi dasar, alat dan bahan, desain system alat, langkah percobaan, pertanyaan dalam percobaan, dan kesimpulan).
- 2) Sebutkan aplikasi dalam kehidupan sehari mengenai tuas dan bagaimana konsep dasarnya.

LK.D4.03: KATROL TETAP

Judul : Katrol Tetap

Tujuan : Menyusun LKS pesawat sederhana tentang katrol tetap

Teori singkat : Katrol tunggal



Gambar 63. 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.



Kegiatan Pembelajaran 4

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.











LK.D4.04: APLIKASI PESAWAT SEDERHANA

Judul : Aplikasi pesawat sederhana

Tujuan : Memahami pesawat sederhana yang ada di rumah.

Informasi : Berilah tanda ceklis (√) pada tabel di bawah ini !

1) Mengisi tabel untuk aplikasi pesawat sederhana

Berada di rumah 	Gear (Gigi persneling) 	Bidang Miring 	Pengungkit 	Katrol (puli) 	Sekrup 	Baji 	Poros sumbu dan roda/kemu di 
Garasi							
Ruang tidur							
Ruang dapur							
Kamar mandi							

2) Informasi: Jawablah pertanyaan tentang pesawat sederhana pada setiap bagian dari rumah anda

Ruang Tidur	Kamar Mandi
1. Bagaimana suatu pemukul baseball berfungsi sebagai pengungkit ?	1. Bagaimana suatu kertas kloset memiliki poros sumbu ?





Kegiatan Pembelajaran 4




<p>2. Bagaimana sebuah bentuk kapal sebagai suatu baji ?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>3. Bagaimana mata pisau sebagai suatu bidang miring ?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>4. Bagaimana menunjukkan kerekan atau katrol di ruang tidur ?</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>2. Di samping pengungkit, apa itu pesawat sederhana , berpikirlah bahwa suatu tangkai kran biasa pada kran air ?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>3. Bagaimana tombol pintu sebagai poros sumbu?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>4. Apa sesungguhnya katrol itu ?</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
Ruang Garasi	Ruang Dapur
<p>1. Di mana titik tumpu suatu sapu ?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>2. Apa yang merupakan tujuan gigi persneling ?</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>1. Bagaimana cara pisau kue menggunakan konsep pesawat sederhana ?</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>2. Mengapa tangga yang digunakan untuk melompat sampai pada tingkatan yang lain ?</p> <p>.....</p> <p>.....</p>





3) Apa yang anda pahami mengenai pesawat yang tidak sederhana ?


Informasi : Setelah melengkapi kolom pesawat sederhana di dalam diagram di atas dan kemudian jelaskan bagaimana masing-masing mesin tidak sederhana dapat berfungsi.

Pesawat tidak sederhana (kompleks)	Uraikan menjadi pesawat sederhana
 <p data-bbox="437 819 611 853">Steples kertas</p>	<p data-bbox="772 622 927 656">Pengungkit :</p> <p data-bbox="772 696 1198 719">.....</p> <p data-bbox="772 759 1198 781">.....</p> <p data-bbox="772 808 836 842">Baji :</p> <p data-bbox="772 882 1198 904">.....</p> <p data-bbox="772 945 1198 967">.....</p>
 <p data-bbox="411 1267 636 1301">Gerobak roda satu</p>	<p data-bbox="772 994 1171 1028">Poros sumbu dan Roda/Kemudi :</p> <p data-bbox="772 1068 1198 1090">.....</p> <p data-bbox="772 1131 1198 1153">.....</p> <p data-bbox="772 1180 956 1214">Bidang miring :</p> <p data-bbox="772 1254 1198 1276">.....</p> <p data-bbox="772 1317 1198 1339">.....</p> <p data-bbox="772 1366 927 1400">Pengungkit :</p> <p data-bbox="772 1440 1198 1462">.....</p>
 <p data-bbox="448 1794 600 1827">Bor mekanik</p>	<p data-bbox="772 1489 1171 1523">Poros sumbu dan Roda/Kemudi :</p> <p data-bbox="772 1574 1198 1597">.....</p> <p data-bbox="772 1624 876 1657">Sekrup :</p> <p data-bbox="772 1697 1198 1720">.....</p> <p data-bbox="772 1747 927 1780">Pengungkit :</p> <p data-bbox="772 1821 1198 1843">.....</p> <p data-bbox="772 1870 970 1904">Gigi persneling :</p> <p data-bbox="772 1944 1198 1966">.....</p>





Kegiatan Pembelajaran 4

Pesawat tidak sederhana (kompleks)	Uraikan menjadi pesawat sederhana
 <p data-bbox="327 645 566 683">Alat pembuka kaleng</p>	<p data-bbox="699 367 1093 398">Poros sumbu dan Roda/Kemudi :</p> <p data-bbox="699 443 1114 465">.....</p> <p data-bbox="699 495 893 526">Gigi persneling :</p> <p data-bbox="699 571 1114 593">.....</p> <p data-bbox="699 622 758 654">Baji :</p> <p data-bbox="699 698 1114 721">.....</p> <p data-bbox="699 750 853 781">Pengungkit :</p> <p data-bbox="699 826 1114 848">.....</p>

3) *Tuliskan nama pesawat sederhana sesuai dengan deskripsikan dalam kalimat berikut ini*

Nama Pesawat sederhana						
Baji	Roda Gigi	poros sumbu dan roda/kemudi	Sekrup	Kerekan (katrol)	Bidang miring	pengungkit

- a) Dua komponen yang bertindak sebagai pesawat sederhana. Komponen tersebut menggulung dan ditemukan pada kereta , mobil, sepeda dan gerobak tangan, disebut...
- b) Suatu tali, suatu roda/kemudi dengan alur di dalamnya dan beban penyusun, pesawat sederhana ini. Anda dapat menekan tali untuk mengangkat atau menambah berat, disebut....
- c) Pesawat Sederhana ini dapat digunakan untuk mengangkat berat/beban. Pesawat ini mempunyai titik tumpu, atau titik poros, yang dapat ditempatkan dan terletak di pusat, dekat akhir atau pada ujung pesawat sederhana ini, disebut...



- d) Pesawat Sederhana ini adalah roda/kemudi dengan gigi pada bagian atas, cocok untuk diputar bersama-sama ketika pesawat sederhana diputar. Pesawat Sederhana ini digunakan untuk meningkatkan atau mengurangi titik kuasa dengan mengubah ukuran pesawat tersebut, disebut...
- e) Pesawat Sederhana ini dapat digunakan untuk pemisah atau memegang/menjaga agar pintu dapat dibuka, disebut...
- f) Contoh pesawat sederhana ini digunakan untuk menjaga secara bersama-sama. Alat ini terdiri dari suatu bidang miring yang dibungkus di sekitar silinder, disebut...
- g) Suatu benda dapat digulung sehingga menjadi pesawat sederhana, hal ini sebagai pengganti pengangkatan langsung. Penggunaan pesawat sederhana ini dapat mengurangi usaha, walaupun biasanya antara obyek benda ada jarak jika pesawat sederhana ini digunakan, disebut...

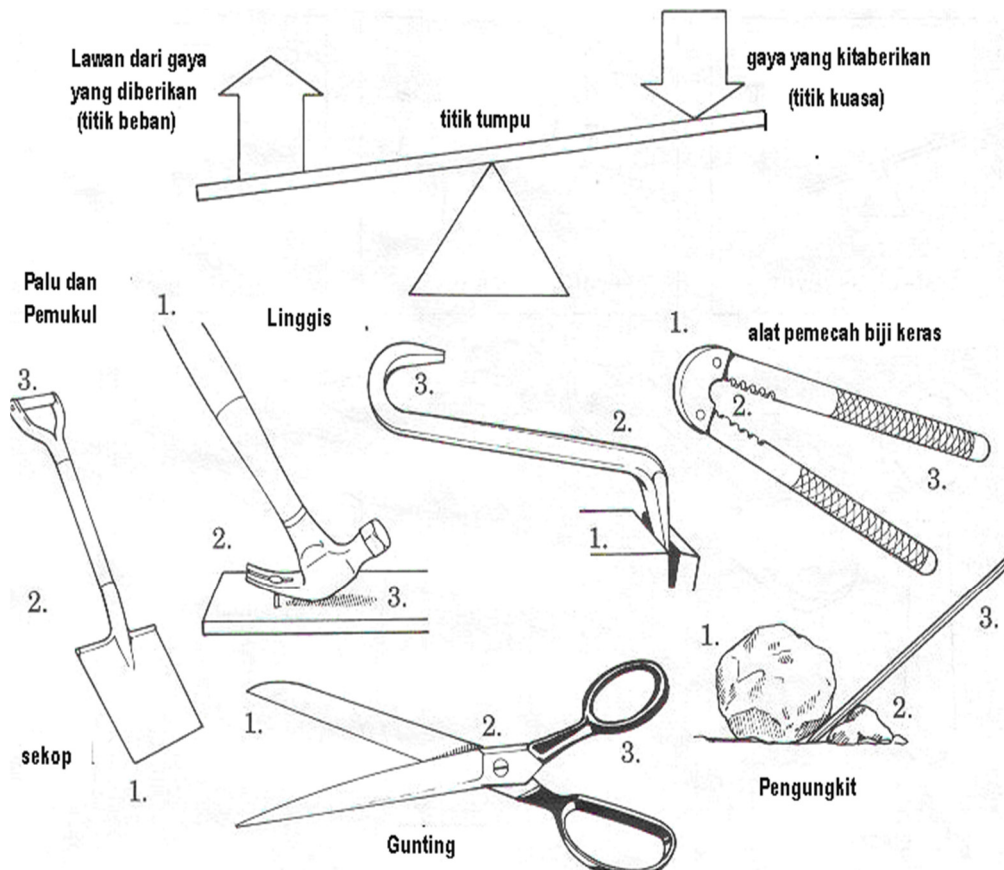
LK.D4.05: JENIS-JENIS PENGUNGKIT

Judul : Jenis-Jenis Pengungkit

Tujuan : Memahami titik beban, titik tumpu, dan titik kuasa pada pengungkit.

Langkah Kegiatan :

- Perhatikan gambar jenis-jenis pengungkit di bawah ini !
- Sebutkan mana saja yang merupakan titik beban, titik tumpu, dan titik kuasa pada pengungkit, pada tabel yang tersedia di bawah ini (sesuaikan dengan nomor yang ada 1, 2, dan 3).



Gambar 64. Jenis-jenis pengungkit

- Tabel (sesuaikan nomor-nomorinya dengan gambar di atas)

Jenis – jenis Pengungkit	titik beban,	titik tumpu	titik kuasa
Palu dan Pemukul			
Linggis			
Alat pemecah biji keras			
Sekop			
Gunting			
Pengungkit			


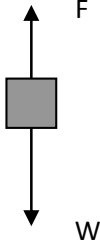
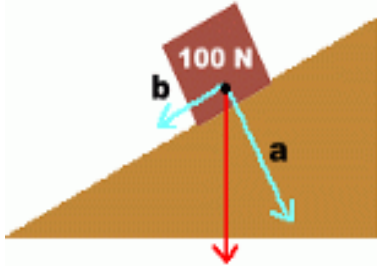
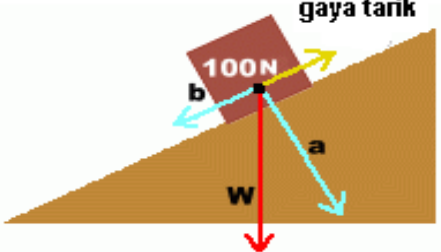


Kegiatan Pembelajaran 4

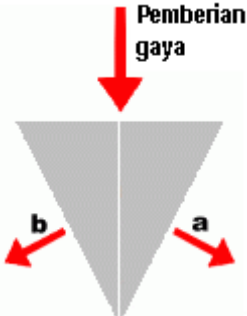

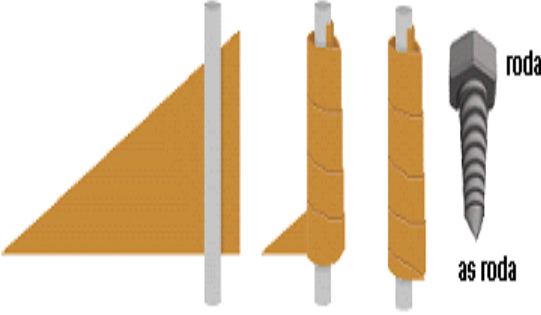
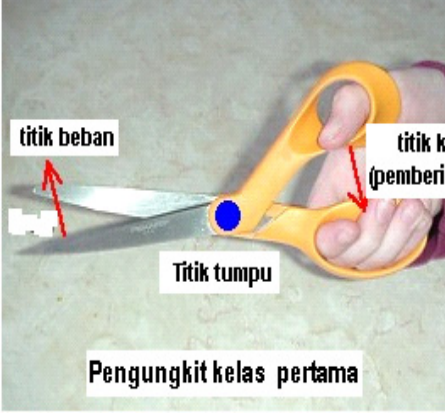
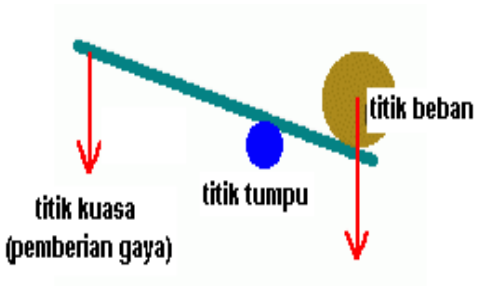
LK.D4.06 SKETSA PESAWAT SEDERHANA

Tugas:

Isilah kolom sketsa untuk pemahaman konsep pesawat sederhana melalui gambar di bawah ini.



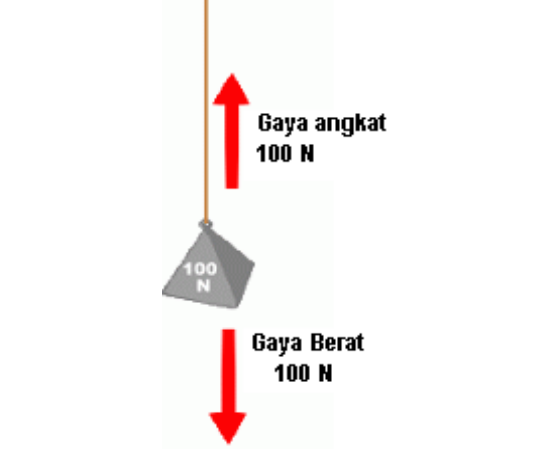
No.	Gambar Pesawat sederhana	Sketsa untuk pemahaman konsep
1.		Contoh :  Benda yang diangkat secara langsung besarnya sama dengan gaya berat benda itu. ($F = W$)
2.		
3.		



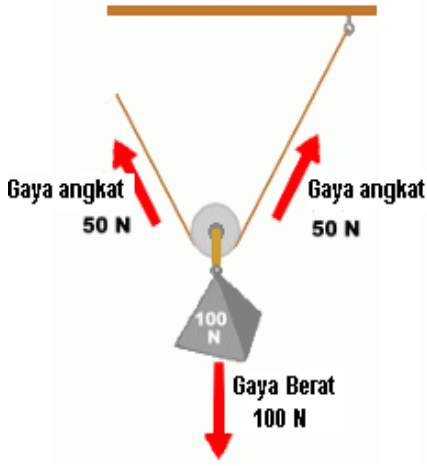

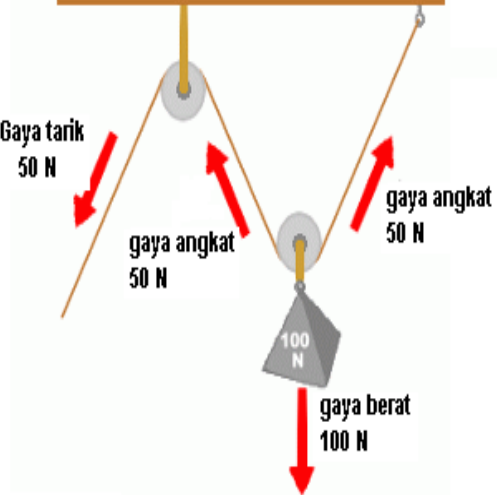
No.	Gambar Pesawat sederhana	Sketsa untuk pemahaman konsep
4.		
5.		
6.		
7.		<p>Contoh :</p> 
8.		



Kegiatan Pembelajaran 4

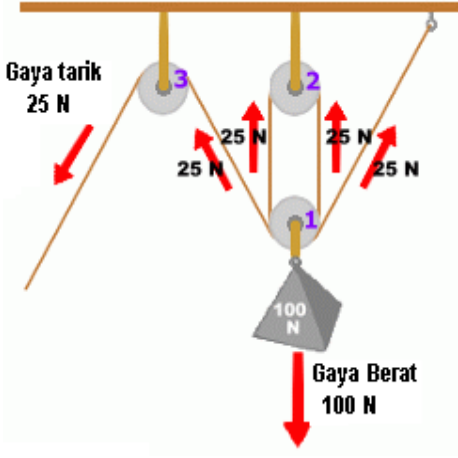
No.	Gambar Pesawat sederhana	Sketsa untuk pemahaman konsep
	 <p>Pengungkit kelas kedua</p>	
9.	 <p>Pengungkit kelas ketiga</p>	
10.		



No.	Gambar Pesawat sederhana	Sketsa untuk pemahaman konsep
11.		
12.		
13.		



Kegiatan Pembelajaran 4

No.	Gambar Pesawat sederhana	Sketsa untuk pemahaman konsep
14.	 <p>The diagram shows a pulley system with three pulleys labeled 1, 2, and 3. Pulley 1 is a movable pulley attached to a weight of 100 N. Pulleys 2 and 3 are fixed to a ceiling. A rope is attached to the ceiling on the right, passes under pulley 1, over pulley 2, under pulley 3, and is pulled to the left with a force of 25 N. Upward force vectors of 25 N are shown at pulleys 1, 2, and 3. A downward force vector of 100 N is shown at pulley 1.</p>	



3. Penyusunan Soal Penilaian berbasis Kelas

LK.D4.07 Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Pesawat Sederhana

Buatlah secara mandiri tiga buah soal pilihan ganda pada topik Pesawat Sederhana **yang dilengkapi dengan kisi-kisi. Gunakanlah format kisi-kisi yang telah** disediakan. Cara pengembangan instrumen pilihan ganda dapat Anda pelajari pada modul **Pedagogi Kelompok Kompetensi G (Topik Pengembangan Instrumen Penilaian)**. Pilihlah indikator soal berdasarkan kisi-kisi Ujian Nasional yang terdapat pada bagian **Lampiran 1**. Diskusikanlah dengan teman-teman guru lainnya secara kolaboratif kisi-kisi dan soal yang telah anda buat.

Format Kisi-kisi Soal

No	Indikator Soal	Level Kognitif	Butir Soal	Kunci Jawaban
1				
2				
3				
4				
5				
6				

E. Latihan / Kasus /Tugas

Soal pilihan ganda/isian/uraian berikut sebagai sarana untuk berlatih penguasaan materi dan juga merupakan contoh yang dapat diadaptasi oleh Anda dalam mengembangkan soal sejenis, baik untuk penilaian formatif, sumatif, maupun ujian.

I. Soal Pilihan Ganda

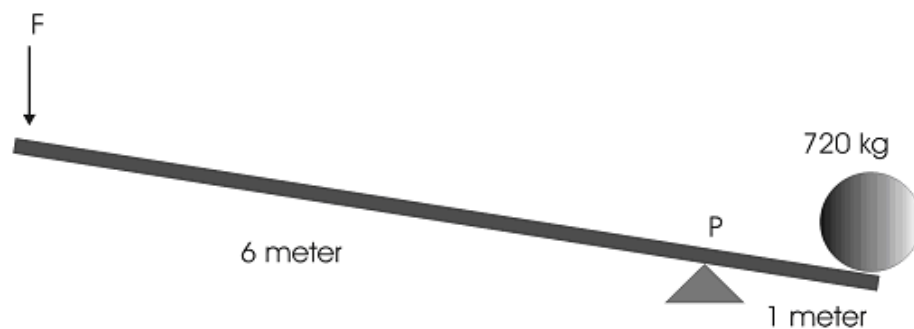
Setelah mempelajari topik Pesawat Sederhana, silahkan Anda mencoba mengerjakan latihan soal secara mandiri dan selanjutnya diskusikan dalam kelompok.

1. Besar usaha bergantung pada besar gaya dan
 - A. perpindahan
 - B. gaya gesekan
 - C. gaya putar
 - D. massa
2. Usaha dikatakan positif jika
 - A. ada gaya yang bekerja, tetapi benda tidak berpindah
 - B. arah gaya yang bekerja tegak lurus pada arah perpindahan
 - C. arah gaya yang bekerja berlawanan dengan arah perpindahan
 - D. arah gaya yang bekerja sama dengan arah perpindahan
3. Alat-alat di bawah ini bekerja berdasarkan prinsip tuas, kecuali ...
 - A. Dongkrak hidrolik
 - B. Pengungkit
 - C. Timbangan analitik
 - D. Katrol
4. Pada bidang miring, semakin panjang bidang miring ...
 - A. Semakin besar keuntungan mekanisnya
 - B. Semakin kecil keuntungan mekanisnya
 - C. Semakin kecil gaya atau kemampuan
 - D. Semakin besar usaha yang dihasilkan

5. Untuk mengangkat beban 1000 N digunakan pengungkit yang panjangnya 300 cm dan lengan beban 50 cm. hitunglah gaya yang diperlukan mengangkat beban tersebut
- 100 N
 - 200 N
 - 300 N
 - 400 N

II. Uraian

- Sebuah peti berisi rongsoan besi berada di atas triplek tebal dalam keadaan diam. Apabila peti tersebut memiliki berat 1500 N, panjang triplek tebal 3 m, dan ujung triplek atas dari lantai yang datar 50 cm. Tentukan :
 - Berapa gaya yang berusaha mendorong peti tersebut meluncur ke bawah sepanjang papan ?
 - Berapa gaya yang menekan triplek tebal tersebut ?
 - Berapa gaya gesekan dari triplek tebal yang menyebabkan peti diam di atas triplek tebal ?
- Seseorang mengungkit sebuah batu berat 720 N dengan menggunakan batang pengungkit panjang 7 meter, seperti yang ditunjukkan gambar di bawah.
 - Berapa gaya minimum yang harus dilakukan seseorang untuk menaikkan batu?
 - Berapa I.M.A pengungkit?



F. Rangkuman

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

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

- Jadi, efisiensi sebuah pesawat sederhana dapat didefinisikan sebagai

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

- 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,

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

- A.M.A = $\frac{\text{Gaya keluaran}}{\text{Gaya masukan}} = \frac{\text{Beban}}{\text{kuasa}} = \frac{w}{F}$
- Efisiensinya, $\eta = \frac{(W_{out})}{(W_{in})} = \frac{h \cdot w}{s \cdot F} = \frac{w/F}{s/h}$; w = gaya beban, F = gaya kuasa

- 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

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

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

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

11. Keuntungan mekanik sebenarnya bidang miring adalah

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

dan

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

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

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

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

13. Untuk baud maupun dongkrak sekrup keuntungan mekanik idealnya adalah

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

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, keuntungan mekanik idealnya adalah

$$I.M.A = \frac{\text{Jarak tempuh intasan kuasa}}{\text{Jarak tempuh lintasan beban}} ;$$

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

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

Kegiatan Pembelajaran 4

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

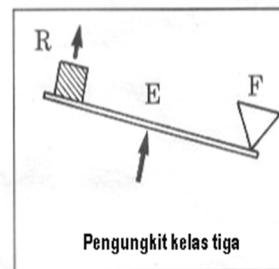
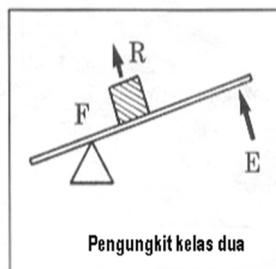
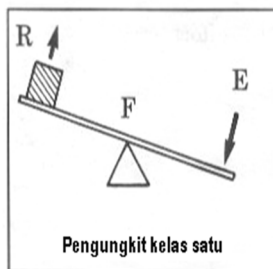
$$\frac{F_B}{F_k} = \frac{l_k}{l_b}$$

Jadi, Keuntungan Mekanik, KM =

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

17. Tipe – tipe pengungkit adalah sebagai berikut

Tipe-tipe alat pengungkit



G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 75%, silakan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 75%, sebaiknya Anda ulangi kembali kegiatan pembelajaran ini.

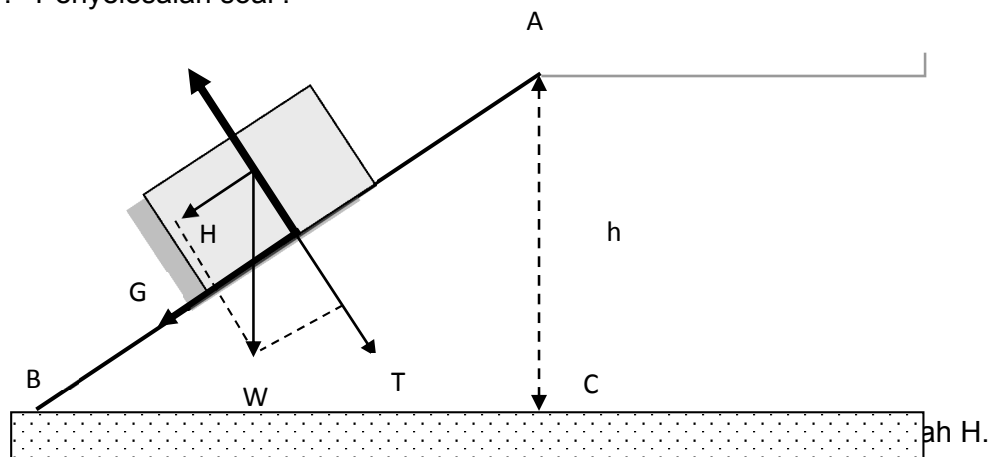
H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus

Bagian I:

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

Bagian II:

1. Penyelesaian soal :



- Berat peti, $w = 1500 \text{ N}$
 - Panjang $AB = 3 \text{ m}$, tinggi $h = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$.
 - Perbandingan $\frac{H}{w} = \frac{h}{l}$ atau $H = wx \frac{h}{l} = 1500 \times \frac{0,5}{3} = 250 \text{ N}$
- a. Jadi, gaya yang berusaha mendorong peti tersebut meluncur ke bawah sepanjang papan adalah 250 N .



Kegiatan Pembelajaran 4

- b. Gaya yang menekan papan merupakan gaya T yang dapat menyebabkan papan dapat melengkung. Sehingga dalam segitiga siku-siku berlaku aturan Pythagoras,

- $W^2 = T^2 + H^2$

Atau

$$T^2 = W^2 - H^2 = (W + H)(W - H) = (1500 + 250)(1500 - 250) = 1750 \times 1250$$

atau $T^2 = 2187500 \Rightarrow T \approx 1479 \text{ N}$.

- c. Agar peti tetap diam, tidak meluncur ke bawah, maka gaya H harus diimbangi oleh sebuah gaya yang sama besar dan arahnya haruslah berlawanan dengan H .

Gaya itu adalah gaya gesekan G maka gaya gesekan, $G = 250 \text{ N}$.

Apabila gaya yang menekan papan tegak lurus ke bawah adalah gaya T , maka papan memberikan reaksi peti yang besar sama dengan arah yang berlawanan dengan gaya T . Gaya tersebut adalah gaya N yang disebut gaya normal, yaitu : $N = 1479 \text{ N}$.

2. Penyelesaian soal:

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

$$\sum M_p = 6m.F - 1m.720N = 0$$

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

- (b) I.M.A nya adalah

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


Kegiatan Pembelajaran 5

Gerak dan Sistem Gerak Pada Mahluk Hidup

Modul terintegrasi penguatan pendidikan karakter (PPK) ini disusun sebagai salah satu alternatif sumber bahan ajar bagi guru untuk memahami topik gerak dan sistem gerak pada makhluk hidup. Melalui pembahasan materi gerak dan sistem gerak pada makhluk hidup, guru dapat memiliki dasar pengetahuan untuk mengajarkan materi yang sama ke peserta didiknya yang disesuaikan dengan tujuan pembelajaran IPA di sekolah. Selain itu, materi ini juga aplikatif untuk guru sendiri sehingga mereka dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari.

Di dalam bahan ajar ini dijelaskan gerak pada makhluk hidup, sistem gerak pada manusia, dan berbagai gangguan pada sistem gerak serta upaya menjaga kesehatan sistem gerak manusia yang merupakan ciptaan Tuhan YME harus dijaga kelestariannya, karena semua ciptaannya ada manfaatnya bagi kehidupan. Di dalam bahan ajar ini juga dilengkapi dengan evaluasi yang komprehensif sebagai sarana latihan bagi guru IPA, yang akan berguna juga dalam menghadapi uji kompetensi.

Materi gerak dan sistem gerak pada makhluk hidup pada Kurikulum 2013 dibahas di kelas VIII semester 1 SMP dengan Kompetensi Dasar (KD) sebagai berikut. KD dari Kompetensi Inti 3 (KI 3) Aspek Pengetahuan: 3.1 Menganalisis gerak pada makhluk hidup, sistem gerak pada manusia, dan upaya menjaga kesehatan sistem gerak KD dari KI 4 aspek Keterampilan: 4.1 Menyajikan karya tentang berbagai gangguan pada sistem gerak, serta upaya menjaga kesehatan sistem gerak manusia



Kegiatan Pembelajaran 5

Kompetensi guru terkait dengan materi ini adalah “20.1 Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori IPA serta penerapannya secara fleksibel” Kompetensi ini dapat dicapai jika guru belajar materi ini dengan kerja keras, profesional, kreatif dalam melakukan tugas sesuai instruksi pada bagian aktivitas belajar yang tersedia, disiplin dalam mengikuti tahap-tahap belajar serta bertanggung jawab dalam membuat laporan atau hasil kerja.

A. Tujuan

Setelah belajar modul ini dengan mandiri diharapkan Anda dapat memahami gerak pada tumbuhan, struktur dan fungsi sistem gerak pada manusia, mekanisme gerak pada manusia, kelainan yang terjadi pada sistem gerak serta upaya-upaya dalam menjaga kesehatan rangka manusia dengan mengintegrasikan nilai-nilai utama penguatan pendidikan karakter.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Mengidentifikasi gerak pada makhluk hidup
2. Mendeskripsikan struktur tulang pada manusia
3. Mendeskripsikan struktur otot pada manusia
4. Menjelaskan fungsi rangka sebagai penyusun sistem gerak pada manusia
5. Menjelaskan fungsi otot sebagai penyusun sistem gerak pada manusia
6. Menjelaskan mekanisme kontraksi otot pada manusia
7. Mendeskripsikan hubungan antar tulang yang membentuk berbagai persendian
8. Mengidentifikasi berbagai gangguan atau penyakit pada sistem gerak manusia.
9. Mengidentifikasi upaya menjaga kesehatan rangka.

C. Uraian Materi

Salah satu ciri dari makhluk hidup adalah bergerak. Secara umum gerak dapat diartikan berpindah tempat atau perubahan posisi sebagian atau seluruh bagian dari tubuh makhluk hidup. Makhluk hidup akan bergerak bila ada impuls atau rangsangan yang mengenai sebagian atau seluruh bagian tubuhnya. Pada hewan dan manusia dapat mewakili pengertian gerak secara umum dan dapat dilihat dengan kasat mata/secara nyata. Gerak pada manusia dan hewan menggunakan alat gerak yang tersusun dalam sistem gerak.

Sedangkan untuk tumbuhan, gerak yang dilakukan tidak akan terlihat oleh kasat mata karena terjadi di dalam suatu organ atau sel tumbuhan. Dengan demikian tidak dapat disamakan arti gerak pada seluruh makhluk hidup. Gerak pada tumbuhan juga melibatkan alat gerak, tetapi alat gerak yang digunakan tergantung dari impuls atau rangsangan yang mengenai sel/jaringan/organ tumbuhan tersebut.

1. Gerak Pada Tumbuhan

Tumbuhan sebagai makhluk hidup sama seperti makhluk hidup lainnya juga melakukan gerak. Namun, gerak yang dilakukan oleh tumbuhan tidak seperti yang dilakukan oleh hewan maupun manusia. Gerak yang dimaksud disini bukan bergeraknya tumbuhan dari satu tempat ke tempat yang lain, melainkan gerak-gerak yang dilakukan oleh bagian dari tumbuhan tersebut. Gerakan tumbuhan terjadi karena adanya proses pertumbuhan dan adanya kepekaan terhadap rangsang atau iritabilitas yang dimiliki oleh tumbuhan tersebut. Tumbuhan tidak memiliki urat saraf seperti hewan, meskipun demikian tumbuhan mempunyai hubungan yang jelas antara sel yang satu dengan sel yang didekatnya bila dipisahkan oleh dinding yang tebal yaitu hubungan terjadi melalui plasmodesmata yaitu benang-benang plasma yang menghubungkan plasma sel yang satu dengan plasma sel yang lain, dan diduga plasmodesmata mempunyai tugas meneruskan rangsang dari sel ke sel.

Beberapa gerak dilakukan oleh tumbuhan, dihasilkan sebagai respon terhadap sejumlah rangsang dari lingkungan. Gerak pada tumbuhan paling



Kegiatan Pembelajaran 5

banyak berorientasi pada cara dan gravitasi. Gerakan yang dilakukan oleh tumbuhan hanya dilakukan pada bagian tertentu. Misalnya, bagian ujung tunas, bagian ujung akar, ataupun pada bagian lembar daun tertentu

Gerakan yang dilakukan oleh tumbuhan hanya dilakukan pada bagian tertentu. Adapun sebagai tanggapan terhadap suatu rangsangan, tumbuhan melakukan gerakan yang mungkin menuju kearah rangsang atau menjauhi, atau melakukan gerak tanpa menunjukkan arah tertentu.

Berikut akan dijelaskan macam-macam gerakan pada tumbuhan.

Berdasarkan atas penyebab timbulnya gerak, dapat dibedakan antara gerak tumbuh dan gerak turgor.

- a) Gerak tumbuh adalah gerak yang ditimbulkan oleh adanya pertumbuhan, sehingga menyebabkan terjadinya gerak plastis atau *irreversible*.
- b) Gerak turgor adalah gerak yang timbul karena terjadi perubahan turgor pada sel tertentu, dan sifat geraknya elastis atau *reversible*.

Selanjutnya berdasarkan macam rangsangannya, gerak tumbuhan dapat dikelompokkan menjadi gerak endonom, gerak esionom, dan gerak higroskopis.

a. Gerak Endonom (gerak autonom)

Gerak ini belum diketahui penyebabnya secara pasti. Diperkirakan gerak ini disebabkan oleh rangsang yang berasal dari dalam tubuh tumbuhan sendiri. Gerak endonom disebut juga gerak autonom atau gerak spontan. Contoh gerak autonom antara lain sebagai berikut :

- 1) Gerak mengalirnya sitoplasma dalam sel yang disebut siklosis. Contohnya pada Elodea
- 2) Gerak melengkungnya kuncup daun karena perbedaan kecepatan tumbuh.
- 3) Gerak yang diperlihatkan tumbuhan ketika tumbuh, seperti tumbuhnya akar, batang, daun dan bunga. Pada tumbuhan yang sedang mengalami masa pertumbuhan terjadi penambahan massa dan jumlah sel. Pertumbuhan ini menimbulkan gerak autonom.

b. Gerak Esionom

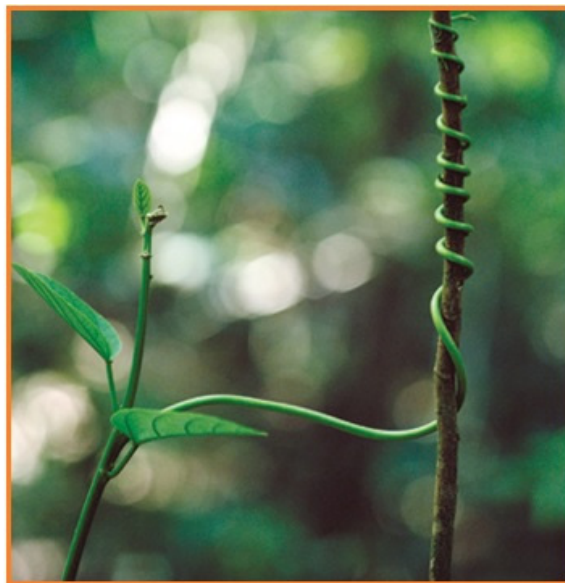
Gerak esionom adalah gerak yang dipengaruhi oleh rangsang yang berasal dari luar tubuh tumbuhan. Berdasarkan arah geraknya, gerak esionom dibedakan atas gerak tropisme, gerak nasti, dan gerak taksis.

1) Gerak tropisme, merupakan gerak tumbuh sebagai respon tumbuhan terhadap rangsang dari luar. Arah geraknya ditentukan oleh arah ransangannya, dapat positif atau negatif. Berdasarkan macam rangsangan, gerak tropisme dapat dibedakan atas empat macam yaitu:

- a) Geotropisme (rangsang berupa gaya tarik bumi) Tumbuhan dapat tumbuh ke atas (geotropisme negative, berlawanan arah dengan arah gaya gravitasi) atau ke bawah (geotropisme positif), horizontal (tegak lurus terhadap gaya gravitasi, disebut deageotropisme) atau membentuk suatu pola tertentu terhadap arah vertikal yang disebut plageotropisme. Bagian tumbuhan yang dapat menerima rangsang gravitasi adalah tudung akar dan pucuk batang. Tudung akar merupakan bagian dari akar yang menghasilkan zat penghambat asam absisat (ABA). Apabila sebagian dari tudung akar dibuang, maka akar akan membengkok ke arah bagian yang mengandung tudung akar.
- b) Fototropi Heliotropi (ransang berupa cahaya matahari) Adalah gerak tidak bebas bagian tubuh tumbuhan mendekati atau menjauhi sumber rangsang berupa cahaya. Pada gerak ini tidak lepas adanya kerja dari hormon auksin. Hormon ini bekerja sangat aktif pada saat sinar matahari cukup kuat, apalagi hormon ini memiliki jumlah yang banyak pada saat batang tumbuhan mulai tumbuh. Bila arah gerakannya mendekati sumber rangsang cahaya disebut fototropisme positif. Contohnya gerak batang yang selalu menuju sumber cahaya. Bila arah gerakannya menjauhi sumber rangsang cahaya disebut fototropisme negatif. Contohnya gerak tumbuh ujung akar.
- c) Hidrotropisme, adalah gerak bagian tubuh tumbuhan karena pengaruh air. Peristiwa hidrotropisme, misalnya pada gerak

Kegiatan Pembelajaran 5

- akar tumbuhan menuju sumber air. contoh: gerak ujung akar kecambah menuju tempat yang berair.
- d) Tigmotropisme adalah gerak tropi (gerak "membelok") bagian tumbuhan atau gerak membeloknya arah pertumbuhan bagian tubuh tumbuhan karena adanya rangsangan yang berupa sentuhan. Berbeda dengan seismonasti sentuhan yang dimaksud adalah dari tumbuhan itu sendiri yang melakukan sentuhan terhadap benda sekitar. Contohnya pada tumbuhan bersulur (mentimun, pare, markisa, dll). Mekanisme mengenai gerak ini adalah apabila ujung sulur menyentuh benda di sekelilingnya maka akan membelit dan apabila benda yang disekitarnya sudah habis dibelitnya maka sulur akan tumbuh lurus.



Gambar 65. Gerak tigmotropi pada sulur tanaman *Cucurbita* sp.

Sumber : <https://biologigonz.blogspot.co.id/2016/01/test-biologi-sma-seri-01.html>

2) Gerak Nasti

Gerak nasti adalah gerak tumbuhan yang arahnya tidak dipengaruhi oleh arah datangnya rangsang, tetapi ditentukan oleh tumbuhan itu sendiri.

Berdasarkan jenis rangsang yang mempengaruhi, gerak nasti dibedakan menjadi termonasti, seismonasti, niktinasi, dan nasti kompleks.

a) Termonasti

Termonasti merupakan gerak bagian tubuh tumbuhan karena pengaruh rangsang berupa suhu. Contoh termonasti yang terjadi di daerah dingin, misalnya bunga tulip dan bunga crokus yang membuka karena pengaruh suhu. Bunga-bunga tersebut mengembang jika mengalami kenaikan suhu. Jika suhu menurun maka bunga-bunga tersebut akan menutup lagi.

b) Fotonasti

Fotonasti adalah gerak yang melibatkan sebagian atau seluruh bagian tumbuhan karena pengaruh rangsang berupa cahaya. Contoh fotonasti adalah menguncupnya bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*) pada waktu matahari terbenam.

c) Seismonasti

Seismonasti adalah gerak bagian tubuh tumbuhan karena pengaruh rangsang sentuhan atau getaran. Contoh seismonasti adalah gerak menutupnya daun putri malu (*Mimosa pudica*) ketika disentuh. Daun tanaman putri malu jika disentuh maka daun tersebut akan menutup seperti layu. Sentuhan merupakan salah satu rangsang dari luar terhadap gerakan daun tanaman putri malu. Arah menutupnya daun akibat sentuhan adalah tetap walaupun rangsang sentuhannya berbeda.



Gambar 66. Daun *Mimosa pudica* pada saat sebelum dan sesudah disentuh

Sumber: <https://fendymaniz.wordpress.com/tag/gerak-tigmotropisme/>

Kegiatan Pembelajaran 5

d) Niktinasti

Gerak niktinasti (nyktos = malam) adalah gerak bagian tubuh tumbuhan karena pengaruh rangsang dari lingkungan di malam hari. Contoh gerak niktinasti adalah gerak menutupnya daun tumbuhan yang tergolong tumbuhan polong (Leguminoceae) pada menjelang malam hari. Gerak ini disebabkan oleh perubahan tekanan turgor sel-sel pada jaringan di dalam persendian daun.



Gambar 67. membuka menutupnya daur Bauhinia sp karena sentuhan cahaya

Sumber: <http://www.cayxanhhoalac.com.vn/tin-tuc/tin-tuc-cay-mong-bo-tim/cay-mong-bo-cay-bong-mat-cho-hoa-dep/>

e) Nasti kompleks

Gerak nasti kompleks adalah gerakan sebagian tubuh tumbuhan yang disebabkan oleh lebih dari satu macam rangsang. Contoh gerak nasti kompleks adalah gerak membuka dan menutupnya stomata karena pengaruh cahaya matahari, zat kimia, dan air. Pernahkah Anda mengamati mekarnya bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*) dan pohon waru (*Hibiscus tiliaceus*) dipengaruhi oleh cahaya dan suhu.

3) Gerak taksis

Gerak pindah tempat yang dilakukan oleh organisme atau bagian dari tubuh tumbuhan menuju atau menjauhi datangnya rangsang. Gerak taksis hanya dapat dijumpai pada tumbuhan tingkat rendah

atau bagian dari tumbuhan tingkat tinggi. Pada tumbuhan tingkat tinggi untuk keseluruhan tubuh tumbuhan tidak pernah dijumpai. Berdasarkan jenis rangsangannya, gerak taksis dibedakan menjadi 3 macam yaitu :

- a) Fototaksis Yaitu gerak bebas tumbuhan yang disebabkan oleh rangsang cahaya. Contoh dari gerak ini adalah sel tumbuhan /kloroplas yang mengandung klorofil bergerak menuju sisi sel yang terkena cahaya. Dalam gerak ini dikenal adanya:
 - fototaksis positif : gerak *Euglena viridis* mendekati arah sumber cahaya.
 - Fototaksis negatif : gerak ganggang hijau menjauhi sinar matahari karena intensitas cahaya melebihi batas toleransi. Disini terjadi perubahan gerak yang sebelumnya positif menjadi negatif.
- b) Kemotaksis adalah gerak berpindahnya organ tumbuhan karena adanya rangsang kimia. Contoh dari gerak kemotaksis antara lain, yaitu:
 - Gerakan spermatozoid yang dilepaskan oleh anteridium tumbuhan lumut bergerak menuju sel telur arkegonium. Gerakan spermatozoid menuju sel telur ini disebabkan oleh rangsang kimia yang berupa glukosa dan protein yang disekresikan arkegonium, kemudian spermatozoid berenang melewati air atau permukaan yang basah menuju sel telur.
 - Bakteri aerob yang bergerak ke tempat-tempat yang banyak mengandung oksigen.
- c) Galvanotaksis ialah gerak berpindahnya seluruh atau sebagian organ tumbuhan karena adanya rangsang berupa listrik. Contohnya gerak bakteri dan paramaecium ke arah kutub positif dan kutub negatif.

c. Gerak Higroskopis

Gerak higroskopis adalah gerak bagian tubuh tumbuhan karena pengaruh perubahan kadar air di dalam sel sehingga terjadi pengerutan yang tidak



Kegiatan Pembelajaran 5

merata. Gerak higroskopis ini merupakan gerak bagian-bagian tanaman yang tidak hidup lagi. Contoh gerak higroskopis antara lain:

- 1) Merekahnya kulit buah-buahan yang sudah kering pada tumbuhan polong-polongan.
- 2) Membukanya dinding sporangium (kotak spora) paku-pakuan.
- 3) membentang dan menggulungnya gigi-gigi pristoma pada sporangium lumut.

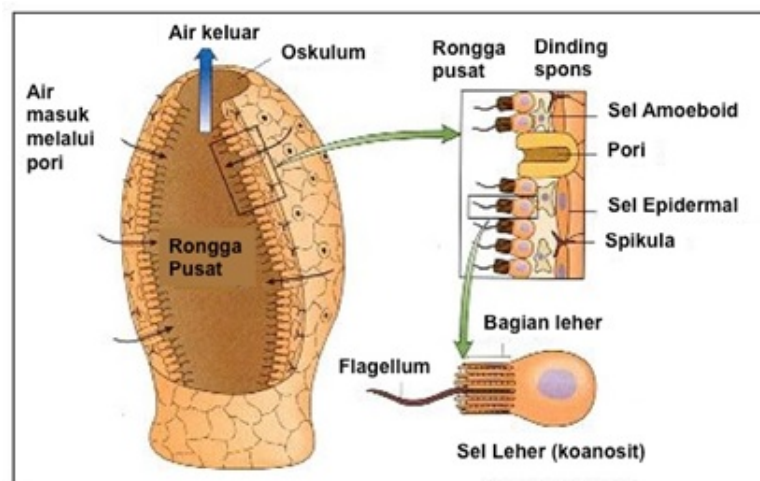
Pecahnya kulit buah polong-polongan (lamtoro, kembang merak, kacang buncis, kacang kedelai). Hal ini disebabkan berkurangnya air pada kulit buah. Kulit buah menjadi kering, retak dan akhirnya pecah sehingga bijinya terpental ke luar. Pecahnya kulit buah dan terpentalnya biji sebenarnya merupakan cara tumbuhan tersebut memencarkan alat perkembangbiakannya. Gerak higroskopis juga terjadi pada membukanya kotak spora (sporangium) tumbuhan paku (Pteridophyta) dan lumut (Bryophyta).

2. Gerak Pada Hewan

a. Hewan avertebrata

Sistem gerak hewan avertebrata tentu saja berbeda dengan sistem gerak hewan vertebrata. Hewan avertebrata tidak mempunyai endoskeleton, tidak mempunyai dinding sel dan secara umum tubuh hewan avertebrata di bagi menjadi bagian kepala, bagian dada dan bagian perut. Contoh beberapa Filum hewan avertebrata yang akan dibahas yaitu, Protozoa, Porifera, Ctenophora, Annelida, Artropoda, Mollusca, Coellenterata.

- 1) Protozoa merupakan hewan avertebrata bersel satu yang hidup di dalam air. Protozoa terdiri dari beberapa kelas berdasarkan alat geraknya :
 - a) Kelas Rhizopoda bergerak dengan kaki semu
 - b) kelas Flagelata bergerak dengan bulu cambuk
 - c) Kelas Cilliata bergerak dengan rambu getar
 - d) kelas Sporozoa bergerak dengan menggerakkan seluruh tubuhnya
- 2) Porifera merupakan hewan avertebrata yang berpori-pori di seluruh tubuhnya. Porifera hidup melekat di dasar laut. Porifera tidak memiliki alat gerak aktif, sehingga sebagian besar hidupnya menempel pada dasar laut (fase polip).



Gambar 68. Struktur tubuh porifera

Sumber: http://dari-enol.blogspot.co.id/2015/09/phylum-porifera_26.html

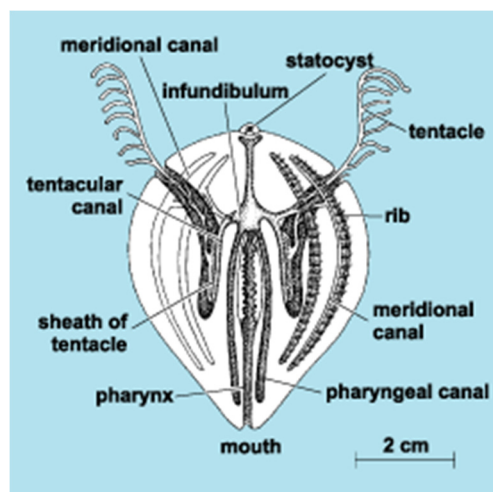
Kegiatan Pembelajaran 5

Bagian tubuh phylum ini, secara sederhana dapat digambarkan seperti vas bunga dengan bagian atasnya yang terbuka dan menambatkan diri pada bagian dasar

Pada saluran terdapat flagel yang berfungsi untuk menggerakkan air agar dapat masuk kedalam rongga pusat (*spongocoel*)

- 3) Ctenopora merupakan hewan invertebrata yang berongga dan mempunyai racun untuk melumpuhkan mangsanya. Kelas ctenopora tidak mempunyai sistem gerak. Anggota filum ini menyerupai hewan ubur-ubur walaupun secara klasifikasi berbeda filum.

Bagian permukaan luar Ctenophora mempunyai delapan baris sisir yang disebut dengan cilia yang dapat digunakan sebagai alat gerak. Oleh karena itu, hewan ini dikenal sebagai ubur-ubur sisir karena secara vertikal tubuhnya terbagi oleh 8 helai cilia yang tampak seperti deretan sisir.



Gambar 69. Struktur tubuh ctenophora

Sumber: <https://sarykurnia44.wordpress.com/2012/10/05/ctenophora/>

- 4) Annelida salah satu contohnya adalah cacing tanah, sistem gerak dengan kontraksi otot-otot di tubuhnya.

Cacing tanah bergerak dengan dinding badan bagian bawah. Dinding badan bagian bawah tubuh cacing terdiri atas dua lapisan otot, yaitu :

- *stratum circularis* yaitu lapisan otot sebelah luar
- *stratum longitudinale* yaitu lapisan otot sebelah dalam.

Jika muscoli ini berkontraksi akan menimbulkan gerakan menggelombang dari cacing tanah itu sehingga bergerak

- 5) Artropoda atau yang biasa disebut hewan berbuku-buku merupakan hewan invertebrata yang tubuhnya tersusun dari beberapa segmen atau ruas yang bersatu. Artropoda mempunyai kaki yang beruas ruas sebagai alat geraknya.

Phylum Artropoda terdiri dari beberapa kelas, yaitu :

- a) Cheliceriform : tungau, laba-laba dan kalajengking
- b) Myriapoda : lipan
- c) Krustasea : lobster, kepiting dan udang
- d) Hexapoda : serangga

- 6) Mollusca merupakan hewan invertebrata yang bertubuh lunak. Sebagian mollusca mempunyai cangkang sebagai pelindung tubuh dan sebagian lagi tidak dilindungi oleh cangkang. Cangkang mollusca terbentuk dari zat kapur yang banyak mengandung kalsium.

Phylum Mollusca terdiri dari empat kelas, masing masing kelas mempunyai sistem gerak yang berbeda.

Berikut sistem gerak pada mollusca :

- a) Gastropoda bergerak dengan kaki perut. Contoh : siput
- b) Cephalopoda bergerak dengan kaki yang melekat dikepala. Contoh : cumi-cumi dan gurita.
- c) Poliplacophora bergerak dengan kaki pipih. Contoh : Scaphopoda dan Chiton.
- d) Bivalvia untuk membantu pergerakannya, kerang memiliki 'kaki' berupa sejumpit daging yang menyembul ke luar cangkangnya, dengan cara mendorong pasir tempatnya berpijak sehingga dapat berpindah tempat.

- 7) Coellenterata merupakan hewan invertebrata yang bertentakel. Sistem gerak coellenterata dengan menggerakkan tubuh basalnya atau dengan menggerakkan tentakel yang ada di mulutnya.

b. Hewan vertebrata.



Kegiatan Pembelajaran 5

Pada hewan vertebrata, gerak disebabkan oleh kontraksi otot yang menggerakkan tulang. Rangka hewan vertebrata pada dasarnya hampir sama dengan rangka manusia. Hanya saja, bentuk rangka pada setiap hewan disesuaikan dengan fungsi, tempat hidup, dan cara hidupnya. Mekanisme gerak hewan vertebrata kelas pisces, amfibi, reptil, pisces, dan mamalia juga berbeda-beda. Berikut ini adalah uraian lengkapnya

a. Sistem Gerak pada Ikan (Pisces)

Ikan berenang dengan mengerahkan kekuatan terhadap air di sekitarnya, yaitu meliuk-liukkan rangka tubuhnya sehingga otot-otot di kedua sisi tubuh ikan berkontraksi menghasilkan gelombang lenturan yang berjalan di sepanjang tubuh ikan dari hidung sampai ke ekor. Vektor gaya yang bekerja pada air dengan gerakan lateral menghasilkan gaya yang mendorong ikan ke depan.

Fungsi alat gerak ikan:

- a) Bentuk tubuh yang Aerodinamis (*streamline*) untuk mengurangi hambatan ketika bergerak di dalam air;
- b) Ekor dan sirip ekor yang lebar untuk mendorong gerakan ikan di dalam air;
- c) Sirip tambahan untuk mencegah gerakan yang tidak diinginkan;
- d) Gelembung renang untuk mengatur gerakan vertikal.
- e) Susunan otot dan tulang belakang yang fleksibel untuk mendorong ekor ikan melawan air

b. Sistem Gerak pada Burung (Aves)

Burung memiliki struktur tubuh seperti hewan bertulang belakang lainnya, kecuali kedua tungkai depannya berubah menjadi sayap. Burung mempunyai sejumlah ciri-ciri khusus yang berhubungan dengan kemampuan terbang. Ciri-ciri khusus itu sebagai berikut.

- a) Sebagian ruas tulang belakang menjadi satu membentuk titik tumpu yang kuat sewaktu sayap dikepakkan.
- b) Tulang yang besar biasanya berongga. Hal ini untuk mengurangi bobot badan. Berat rangka burung hanya 4% dari seluruh berat badan.

c) Pada tulang dada yang berlunas dalam, melekat otot-otot terbang yang kukuh untuk menggerakkan sayap.

Selain bergerak dengan cara terbang, ada beberapa jenis burung juga dapat berenang dengan kakinya. Burung yang dapat berenang umumnya memiliki selaput pada kakinya.

c. Sistem Gerak pada Reptil

Golongan reptil misalnya kadal, mempunyai perkembangan yang baik pada rangka bagian tungkai. Begitu pula dengan jenis cecak. Struktur telapak kaki cecak memiliki bantalan kaki pelekat sehingga memungkinkan gerakan memanjat dinding dan berlari di langit-langit secara terbalik. Pada ular, gerakan terjadi saat rangka tubuh meliuk ke kiri dan ke kanan. Gerakan ini dikenal sebagai lokomosi berkelok-kelok. Bagian samping tubuh ular bertumpu pada bagian permukaan yang tidak rata dan bila ayunan gelombang sampai ke belakang, ular akan meluncur ke depan dengan sisik licin yang menutupi perutnya. Golongan reptil yang lain misalnya penyu, mempunyai sirip pipih sehingga menjadi perenang yang baik. Namun, keberadaan sirip tersebut justru membuat penyu susah bergerak di darat. Tungkai pada reptil terletak di samping tubuh. Akibatnya reptil memiliki badan yang menggantung di antara kaki. Proporsi tubuh dengan keempat alat gerak menopang seluruh tubuh ini menyebabkan reptil memiliki keseimbangan yang lebih stabil.

d. Sistem Gerak pada katak (Amphibi)

Amfibi seperti katak memiliki tungkai belakang yang jauh lebih besar daripada tungkai bagian depan. Fungsi dari tungkai belakang katak adalah untuk melompat, sehingga strukturnya lebih kukuh. Sedangkan tungkai depan berfungsi sebagai penahan tubuh saat mendarat. Katak mempunyai tulang belakang yang panjang dan otot yang kuat, oleh karena itu katak dapat melompat dengan tinggi. Selain itu, katak juga mempunyai selaput renang yang memberikan tekanan kuat saat katak berada dalam air, sehingga katak dapat bergerak.

Kegiatan Pembelajaran 5

e. Sistem Gerak pada Mamalia

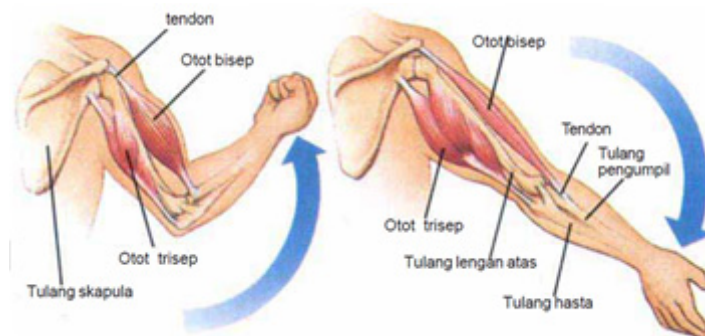
Pada mamalia yang paling berfungsi menopang tubuh adalah tungkai tubuh bagian bawah. Meskipun demikian, dengan tipe tubuh seperti itu mamalia menjadi lebih leluasa bergerak.

Cara mamalia berjalan dapat dibedakan sebagai berikut.

- Hewan pejalan sol berjalan dengan seluruh bagian telapak kakinya mengenai atau menyentuh tanah (misalnya beruang, landak, tikus pondok, dan lain-lain). Hewan pejalan setengah pejalan sol adalah hewan yang berjalan di atas jari kakinya pada saat berjalan cepat. Manusia termasuk setengah pejalan sol.
- Hewan pejalan kaki berjalan dengan jari-jari kakinya yang mengenai atau menyentuh permukaan tanah (terdapat pada kebanyakan hewan pemangsa seperti singa, anjing, kucing, dan lain-lain).
- Hewan pejalan ladam berjalan dengan ujung telapak (ladam) kakinya yang keras (misalnya kuda, sapi, kambing, domba, dan lain-lain).

3. Sistem Gerak Pada Manusia

Tubuh manusia memiliki rangka yang mendukung dan menjadikannya kuat, juga memiliki komponen yang membuatnya dapat bergerak atau beraktivitas. Tulang merupakan alat gerak pasif. Tulang tidak dapat digerakkan jika tidak ada otot. Otot dikatakan sebagai alat gerak aktif karena otot inilah yang menggerakkan rangka. Sendi merupakan penghubung antar tulang dalam tubuh.



Gambar 70. Kerjasama antara Rangka dan Otot Menghasilkan Gerakan
(Sumber : <http://kelipet.com/2015/09/pengertian-dan-jenis-otot/>, diunduh tanggal 6/1/2016)

a. Sistem Rangka pada Manusia

Manusia memiliki rangka dalam yang disusun oleh tulang keras dan tulang rawan. Rangka manusia dibentuk dari tulang tunggal atau gabungan tulang (seperti tengkorak) yang ditunjang oleh struktur lain, seperti ligamen (jaringan ikat yang menghubungkan antara tulang yang satu dengan tulang lainnya), tendon (jaringan ikat yang menghubungkan otot dengan tulang), dan otot.

1) Guna Rangka

Sistem rangka memiliki lima fungsi utama yaitu :

a) Penopang/Penegak Tubuh

Sistem rangka menyediakan struktur yang mampu menopang seluruh tubuh. Tulang-tulang penyusun rangka secara sendiri atau dalam kelompok menyediakan tempat sangkutan bagi berbagai jaringan lunak dan organ. Tanpa adanya rangka, tubuh kita hanyalah berupa seenggokan otot beserta organ-organ lunak lainnya.

b) Tempat Penyimpanan Kalsium dan Lemak

Di dalam tulang terdapat berbagai mineral seperti kalsium, kalium, dan natrium. Kalsium (zat kapur) merupakan mineral utama pembentuk tulang. Sebagian besar kalsium berada dalam tulang dan gigi, sedangkan sisanya ada di dalam tubuh. Selain sebagai cadangan mineral, tulang rangka menyimpan cadangan energi dalam bentuk lemak yang disimpan pada sumsum tulang kuning.

c) Penghasil Sel-Sel Darah

Sel darah merah, sel darah putih, dan komponen darah lainnya dihasilkan pada sumsum tulang merah yang mengisi ruangan dalam kebanyakan tulang, terutama pada tulang pendek, tulang pipih, tulang tak beraturan, jaringan kanselus (tulang berbentuk spons) pada ujung tulang pipa, tulang rusuk, dan tulang dada.

d) Pelindung Alat-Alat Tubuh Penting

Banyak jaringan dan organ lunak dikelilingi dan dilindungi rangka. Sebagai contoh, tulang rusuk melindungi jantung dan paru-paru; tengkorak melindungi otak; ruas-ruas tulang belakang melindungi

Kegiatan Pembelajaran 5

sumsum tulang belakang; gelang panggul melindungi sistem reproduksi dan sistem pencernaan.

e) Alat Pergerakan

Tulang-tulang bertindak sebagai pengungkit apabila otot-otot yang melekat pada tulang itu berkontraksi menghasilkan gerakan yang bertumpu pada sendi.

2) Struktur Tulang

Tulang (*osteon*), terdiri atas sel-sel tulang yang banyak mengandung senyawa kapur dan fosfat. Senyawa kapur dan fosfat yang terkandung dalam tulang mengakibatkan tulang menjadi keras. Jenis-Jenis tulang dikelompokkan berdasarkan bentuk dan bahan penyusunnya.

a) Macam-Macam Tulang Berdasarkan Bentuk Tulang

Pada orang dewasa terdapat 206 buah tulang utama. Berdasarkan bentuknya tulang-tulang dibedakan dalam enam kategori.

i. Tulang panjang atau tulang pipa.

Kelompok tulang ini secara umum lebih panjang, lebar, berbentuk silinder dan berfungsi sebagai pengungkit. Tulang panjang terletak pada lengan atas, lengan bawah, paha, betis, telapak kaki, jari, dan ibu jari. Tulang paha merupakan tulang panjang terbesar dan terberat pada tubuh.

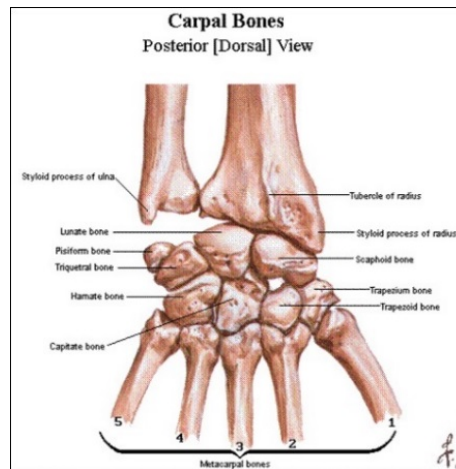


Gambar 71. Struktur tulang pipa

(Sumber : <https://kknbergerakuntuk8f.wordpress.com/> diunduh tanggal 3/9/2015)

ii. Tulang pendek

Tulang pendek bentuknya mirip kubus, contohnya adalah tulang-tulang pada pergelangan tangan dan tulang-tulang pada pergelangan kaki, berperan memindahkan daya. Tulang bentuk ini sebagian besar disusun oleh jaringan tulang jarang (berbentuk spons).



Gambar 72. Struktur tulang pendek

(Sumber : <http://bone.co.id/2011/05/06/fraktur-tulang-karpal/> diunduh tanggal 3/9/2015)

iii. Tulang pipih

Tulang pipih bentuknya tipis dan lengkung terdiri atas dua lapisan tulang kompak (tulang keras), di tengahnya terdapat lapisan tulang seperti spons. Tulang pipih antara lain membentuk atap pada tulang kepala, juga ditemukan pada tulang dada, tulang rusuk, dan tulang belikat. Tulang ini menyediakan perlindungan bagi penempatan jaringan lunak dan menyediakan permukaan bagi perlekatan otot-otot rangka.



Gambar 73. Struktur tulang pipih

(Sumber : <https://kknbergerakuntuk8f.wordpress.com/> diunduh tanggal 3/9/2015)

iv. Tulang yang tidak beraturan

Tulang jenis ini adalah tulang yang tidak dapat digolongkan dalam salah satu dari ketiga bentuk tulang tersebut berfungsi sebagai tempat pelekatan otot atau persendian. Tulang tidak beraturan ditemukan

Kegiatan Pembelajaran 5

pada ruas-ruas tulang belakang, tulang pada panggul, dan beberapa tulang tengkorak.

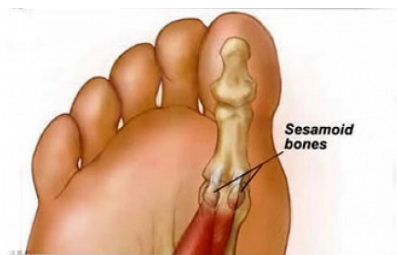


Gambar 74. Tulang tidak beraturan

(Sumber : <http://abhique.blogspot.com/2009/10/anatomi-sistem-muskuloskeletal.html>
diunduh tanggal 3/9/2015)

v. Tulang sesamoid

Umumnya berukuran kecil, pipih, dan bentuknya mirip biji wijen (lihat Gambar). Tulang ini berkembang di dalam tendon dan otot-otot, umumnya berada dekat sendi misal pada lutut, tangan dan tungkai. Setiap orang memiliki tulang sesamoid. Contoh tulang sesamoid adalah tempurung lutut.

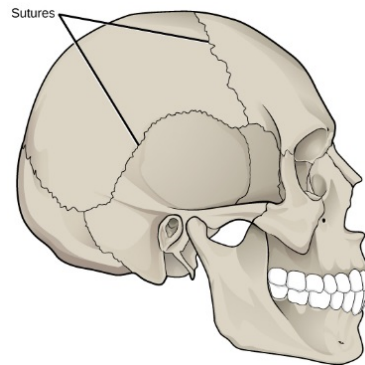


Gambar 75. Tulang sesamoid

(Sumber : <http://m.dev.tempo.co/read/news/2010/12/23/060301024/Mengatasi-Sesamoiditis>
diunduh tanggal 3/9/2015)

vi. Tulang sutura

Tulang sutura berukuran kecil, pipih, bentuknya tidak beraturan, antara tulang yang satu dengan yang lainnya itu tidak dapat digerakkan, misalnya persambungan tulang-tulang tengkorak. Tulang sutura terletak di antara tulang pipih pada tengkorak.

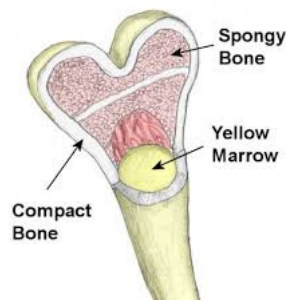


Gambar 76. Tulang sutura

(Sumber : <http://www.sridianti.com/klasifikasi-sendi-berdasar-struktur-dan-fungsi.html> diunduh tanggal 3/9/2015)

b) Macam- Macam Tulang berdasarkan Bahan Penyusun Tulang

Menurut bahan penyusunnya, tulang dapat dikelompokkan atas tulang keras atau biasa disebut tulang saja (*osteon*) dan tulang rawan (*kartilago*).



Gambar 77. Tulang kompak dan tulang spon

(sumber : <http://budisma.net/2015/01/struktur-dan-fungsi-jaringan-tulang.html> diunduh tanggal 3/9/2015)

i. Tulang atau Osteon

Tulang merupakan jaringan yang paling keras di antara jaringan ikat tubuh.

• Struktur Kasar

Setiap tulang rangka berisi dua bentuk jaringan tulang yaitu (1) *tulang kompak (padat)* dan (2) *tulang berbentuk spon*. Tulang kompak selalu berada pada permukaan tulang membentuk lapisan pelindung yang kuat. Tulang spon terletak di bagian dalam tulang.



Kegiatan Pembelajaran 5

- Struktur Halus

Periosteum adalah membran yang melapisi dan melekat erat pada bagian luar tulang, kecuali di antara persendian karena di bagian ini dilapisi oleh tulang rawan. Di dalam periosteum banyak terdapat pembuluh darah. Pembuluh darah yang berasal dari periosteum bercabang-cabang ke dalam tulang. Periosteum penting untuk menebalkan tulang dan menyembuhkan patah tulang (fraktur).

- ii. Tulang Rawan atau Kartilago

Tulang rawan terbuat dari bahan yang padat, bening, dan putih kebiru-biruan, bersifat sangat kuat. Tulang tersebut ditemukan terutama pada sendi dan di antara dua tulang. Tulang rawan tidak mengandung pembuluh darah, tetapi diselubungi membran, yaitu *perikondrion*, tempat tulang rawan mendapatkan darah.

Ada tiga jenis utama tulang rawan :

- Tulang rawan hialin

Terdiri atas serabut kolagen (serat berbahan protein sejenis gelatin) yang terbenam dalam bahan dasar yang bening dan ulet. Dijumpai menutupi ujung tulang pipa sebagai tulang rawan sendi. Juga pada tulang rawan rusuk, pada hidung, laring, trakea, dan pada bronkus.

- Tulang rawan fibrosa

Tulang rawan fibrosa disusun oleh berkas-berkas serabut dengan sel tulang rawan tersusun di antara berkas serabut itu. Subjek dijumpai pada tempat yang memerlukan kekuatan besar. Tulang rawan fibrosa ada di bagian dalam rongga dari caan tulang panggul, dan tulang belikat. Sebagai tulang rawan penghubung seperti pada cakram intervertebralis pada tulang belakang, dan bantalan tulang rawan pada tulang kemaluan.

- Tulang rawan elastik

Sering disebut tulang rawan elastik kuning, karena mengandung sejumlah besar serabut elastik berwarna kuning. Terdapat pada daun telinga, *epiglottis*, dan tabung *Eustachius*. Jika ditekan atau dibengkokkan terasa lentur dan cepat kembali ke bentuknya semula.

3) Struktur Rangka

a) Rangka Badan (Aksial)

- Tengkorak (terdiri atas 8 buah tulang *kranium* atau tempurung kepala dan 14 buah *tulang wajah*).
- Tulang-tulang yang berhubungan dengan tengkorak (terdiri atas 6 buah tulang pendengaran dan 1 buah tulang hioid).
- Rangka dada (terdiri atas 1 buah tulang dada dan 24 buah tulang rusuk)
- Rangkaian tulang belakang (terdiri atas 7 ruas tulang leher, 12 ruas tulang belakang bagian dada, 5 ruas tulang bagian pinggang 1 buah tulang kelangkang yang disusun oleh 5 ruas yang rudimenter menjadi satu, dan 1 buah tulang tungging yang disusun oleh 4 ruas yang rudimenter menjadi satu).

b) Rangka Anggota Gerak (Apendikular)

Gelang Bahu

Tulang belikat bersama tulang selangka membentuk gelang bahu. Gelang bahu menyediakan tempat hubungan bagi lengan pada rangka aksial.

Lengan

Lengan atas hanya terdiri atas sebuah tulang. Salah satu ujung tulang lengan atas melekat pada gelang bahu. Ujung bawah bertemu dengan dua buah tulang lengan bawah pada sendi siku.

Tangan

Terdapat delapan buah tulang pada pergelangan tangan, tersusun atas dua baris, empat tulang dalam setiap baris. Adanya tulang ini membuat pergelangan tangan leluasa bergerak. Tulang-tulang pergelangan tangan bersambungan dengan lima tulang yang membentuk telapak tangan. Setiap jari memiliki tiga buah tulang, kecuali pada ibu jari yang hanya dua tulang.

Gelang Panggul

Gelang panggul melindungi kebanyakan organ yang ada pada rongga perut, khususnya organ reproduksi. Walaupun gelang panggul terdiri



Kegiatan Pembelajaran 5

atas banyak tulang, tulang-tulang itu bersambungan sangat erat dan menyatu, sehingga tampaknya hanya sebuah tulang. Tulang-tulang penyusun panggul menyatu begitu bayi lahir.

Tungkai

Tulang paha merupakan tulang terbesar, terkuat, dan terberat di dalam tubuh. Hal itu disebabkan tulang paha harus mendukung berat tubuh bagian atas sewaktu berjalan, berlari, atau sewaktu kita melompat. Masing-masing tulang paha memanjang dari panggul sampai lutut. Di bawah lutut, terdapat dua buah tulang yang lebih kecil yang membagi beban berat tubuh. Tulang yang lebih besar (tulang kering) menyangga beban lebih banyak yang berasal dari tulang paha dan diteruskan pada kaki. Tulang yang lebih kecil (tulang betis) membantu tumit bergerak dengan leluasa. Tempurung lutut selalu berada di tempatnya, diikat oleh tendon dari otot sekitarnya. Tulang ini melindungi sendi lutut dan memungkinkan lutut membengkok secara halus.

Kaki

Struktur kaki mirip struktur tangan, tetapi kaki lebih kuat dan lebih kaku. Sebagaimana halnya tangan, lima buah tulang membentuk telapak kaki. Tulang-tulang ini berhubungan dengan tulang-tulang jari kaki. Ibu jari kaki, mirip dengan ibu jari tangan, hanya terdiri atas dua buah tulang. Jari kaki lainnya terdiri atas tiga buah tulang. Tulang terbesar pada kaki dan tulang yang terkecil pada jari kaki berperan menyerap kejutan sewaktu berjalan.

4) Sendi

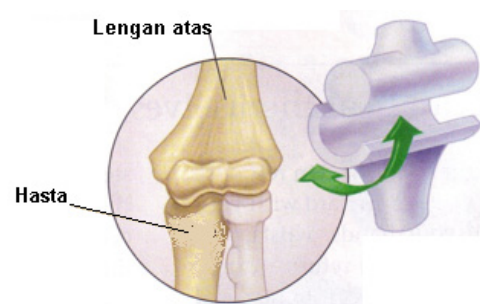
Tulang-tulang tubuh saling berhubungan satu sama lain. Hubungan antara tulang yang satu dengan tulang yang lain disebut persendian. Pada ujung-ujung tulang terdapat tulang rawan yang merupakan bantalan sehingga tulang tidak langsung bertemu dengan tulang lain. Tulang-tulang pada persendian diikat oleh suatu bahan yang kuat dan lentur yang disebut ligamen.

Persendian memegang peranan penting dalam pergerakan tubuh. Berdasarkan sifat gerak, sendi dibedakan menjadi sendi mati (sinartrosis),

sendi gerak (diartrosis), dan sendi kaku (amfiartrosis). Sendi mati adalah hubungan antar tulang yang tidak dapat digerakkan, contohnya pada tulang tengkorak. Sendi gerak adalah hubungan antar tulang yang memungkinkan terjadi gerakan tulang secara bebas. Sendi kaku adalah hubungan antar tulang yang memungkinkan terjadinya gerakan tulang secara terbatas, contohnya adalah tulang pergelangan tangan.

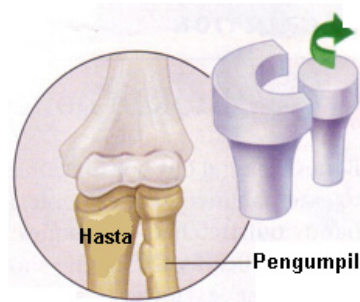
Berdasarkan bentuknya, persendian yang memungkinkan terjadinya gerakan dibagi menjadi empat bentuk, yaitu (1) sendi engsel; (2) sendi putar; (3) sendi luncur/pelana; dan (4) sendi peluru.

Sendi engsel adalah jika gerakan dapat dilakukan ke satu arah, pergerakan mengayun ke depan dan ke belakang seperti daun pintu. Contoh *sendi engsel* adalah sendi pada lutut dan siku.



Gambar 78. Sendi engsel
(Sumber: Setiawan, 2007)

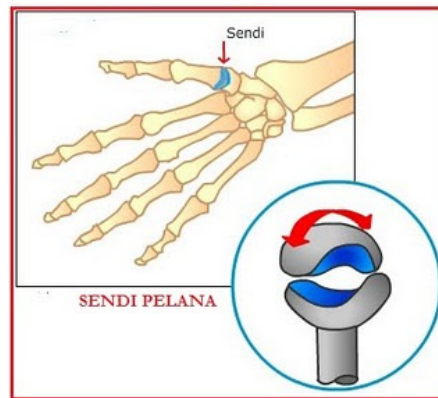
Pada *sendi putar*, tulang yang satu mengitari tulang yang lain. Bentuk seperti ini memungkinkan tulang itu saling menyilang. Contoh, ujung dua buah tulang pada lengan bawah, tulang hasta dan pengumpil, bertemu membentuk sendi putar pada siku.



Gambar 79. Sendi putar
(Sumber: Setiawan, 2007)

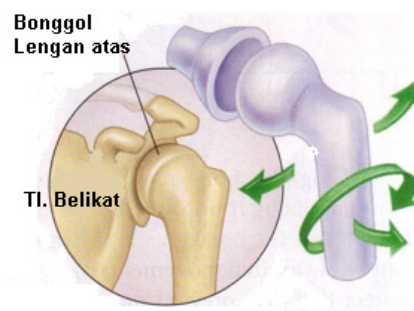
Kegiatan Pembelajaran 5

Sendi pelana memungkinkan tulang yang satu meluncur pada tulang yang lain. Tulang-tulang pada pergelangan tangan membentuk sendi pelana, dengan fleksibilitas yang tinggi. Sendi semacam ini terdapat juga pada tulang-tulang pergelangan kaki.



Gambar 80. Sendi pelana
(Sumber: Setiawan, 2007)

Sendi peluru terbentuk dengan ujung tulang yang berbentuk bola masuk pada bagian tulang lainnya yang berbentuk mangkuk. Sendi yang terdapat pada bahu dan panggul merupakan contoh sendi ini. Sendi peluru memungkinkan gerakan ke semua arah.



Gambar 81. Sendi peluru
(<http://biologipedia.blogspot.com/2010/10/send-pelana.html> diunduh tanggal 4/9/2015)

b. Otot Manusia

Bagian tubuh yang dapat melakukan pergerakan adalah otot. Hal ini karena otot mampu memendek dan memanjang sehingga memungkinkan terjadinya gerakan. Karena dapat menggerakkan bagian-bagian tubuh, otot disebut alat

gerak aktif. Secara garis besar otot dapat dibedakan menjadi otot lurik, otot polos, dan otot jantung.

– Otot Lurik

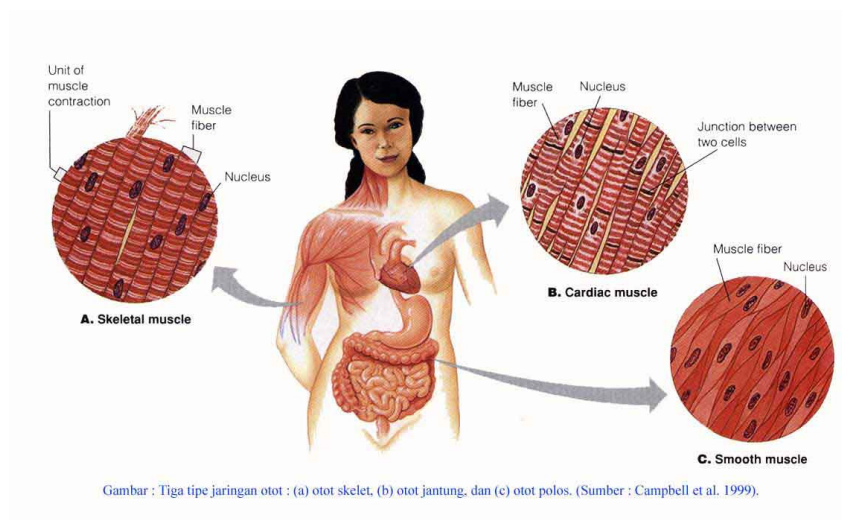
Otot ini jika dilihat menggunakan mikroskop akan tampak bagian gelap dan terang (lurik). Otot lurik merupakan otot yang berfungsi dalam melakukan gerakan. Otot ini menunjang pergerakan, bekerja sama dengan tulang untuk pergerakan. Memendeknya (kontraksi) otot lurik dapat dikendalikan sesuai dengan kemauan manusia.

– Otot Polos

Otot ini jika dilihat menggunakan mikroskop tampak polos. Tidak ada bagian yang gelap dan terang seperti halnya pada otot lurik. Otot polos merupakan penyusun organ-organ tubuh bagian dalam, misalnya saluran pencernaan dan saluran pernapasan. Otot polos bekerja di luar kesadaran manusia

– Otot Jantung

Otot jantung tampak seperti otot lurik, namun kontraksi otot ini tidak dapat dikendalikan secara sadar.

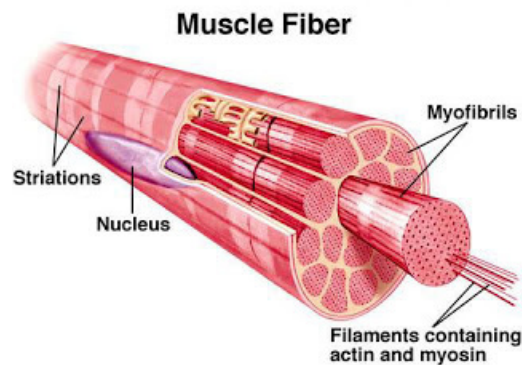


Gambar 82. Macam-macam otot pada tubuh manusia

(Sumber : <http://deborafilifos.blogspot.com/2013/03/sistem-otot-manusia.html> diunduh tanggal 4/9/2015)

1) Struktur anatomi otot

Setiap otot terdiri dari beberapa ratus hingga beberapa ribu sel otot. Di dalam setiap sel otot terdapat banyak struktur yang mirip benang yang disebut miofibril.

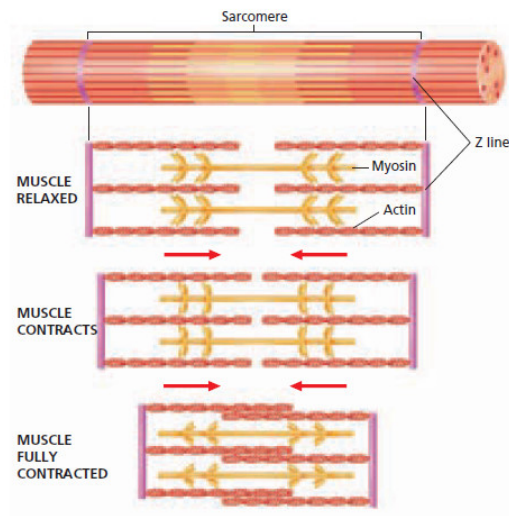


Gambar 83. Struktur otot

(Sumber : <http://contohlaporan.blogspot.com/2009/11/mechanisme-kerja-otot.html> diunduh tanggal 4/9/2015)

Pada setiap miofibril terdapat banyak filamen tebal dan filamen tipis yang susunannya sejajar. Setiap filamen tipis terdiri atas dua untaian manik-manik yang saling berpilin. Butir-butir manik-manik tersebut adalah molekul globular dari aktin. Setiap filamen tebal terdiri atas sekumpulan molekul miosin.

Aktin dan miosin merupakan protein yang menggerakkan otot. Molekul miosin memiliki bagian kepala dan bagian ekor yang panjang. Molekul aktin dan miosin merupakan komponen dari sarkomer.

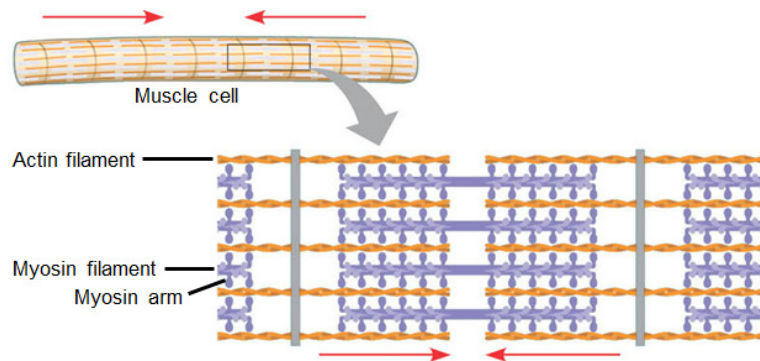


Gambar 84. Sarkomer pada otot

(Sumber : <http://biologimediacentre.com/sistem-gerak-pada-manusia-2-otot/>, diunduh tanggal 4/9/2015)

2) Mekanisme Kontraksi Otot

Otot dalam tubuh akan berkontraksi jika mendapatkan rangsangan. Proses kontraksi otot didahului dengan datangnya impuls saraf. Ribuan filamen aktin disusun sejajar satu sama lain di sepanjang sel otot, yang diselingi dengan filamen yang lebih tebal yang terbentuk dari protein yang disebut miosin. Kontraksi sel otot terjadi akibat filamen aktin dan miosin yang saling meluncur melewati yang lain, yang akan memperpendek selnya.

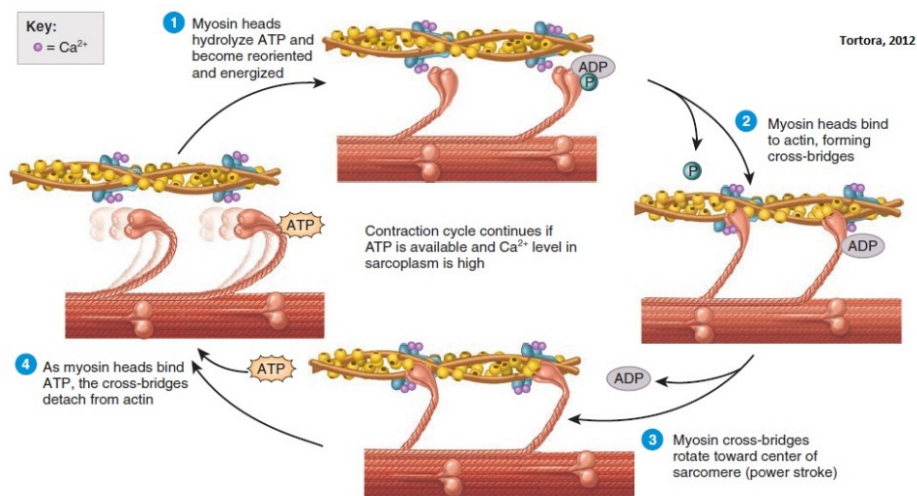


Gambar 85. Aktin dan miosin dalam sel otot

(Sumber : Campbell, 2002)

Kegiatan Pembelajaran 5

Dalam sel otot, filamen aktin terletak sejajar dengan filamen miosin tebal. Miosin bertindak sebagai molekul motor dengan bantuan lengan yang “menjalankan” kedua jenis filamen itu untuk saling melewati yang lainnya. Kerja tim dari banyak filamen yang meluncur seperti ini membuat seluruh sel otot dapat memendek.



Gambar 86. Filamen aktin dan miosin yang saling meluncur
(Sumber : <http://deborafilifos.blogspot.com/2013/03/sistem-otot.html>, diunduh tanggal 4/9/2015)

3) Cara Kerja Otot

Berdasarkan cara kerjanya dibedakan menjadi :

a) Otot sinergis

Otot sinergis adalah dua otot atau lebih yang bekerja bersama – sama dengan tujuan yang sama. Untuk menggerakkan tulang dari satu posisi ke posisi yang lain, kemudian kembali ke posisi semula, diperlukan paling sedikit dua macam otot dengan kerja berbeda

Contoh :

- Seluruh otot pronator yang mengatur pergerakan telapak tangan untuk menelungkup.
- Seluruh otot supinator yang mengatur pergerakan telapak tangan menengadahkan.

b) Otot antagonis

Otot antagonis adalah dua otot atau lebih yang tujuan kerjanya berlawanan. Jika otot pertama berkontraksi dan yang kedua berelaksasi, akan menyebabkan tulang tertarik atau terangkat. Sebaliknya, jika otot pertama berelaksasi dan yang kedua berkontraksi akan menyebabkan tulang kembali ke posisi semula.

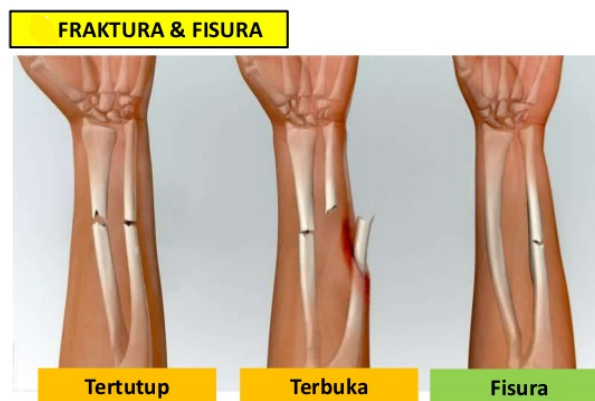
Macam otot antagonis :

- Otot ekstensor (meluruskan) dengan fleksor (membengkokkan).
- Otot abductor (menjauhi sumbu badan) dengan adductor (mendekati sumbu badan).
- Otot supinator (menengadahkan) dengan pronator (menelungkup).
- Otot depressor (gerakan ke bawah) dengan elevator (gerakan ke atas).

c. Gangguan atau Penyakit pada Sistem Gerak

1) Gangguan atau penyakit pada tulang

Gangguan yang umum terjadi pada tulang, yaitu fisura (retak tulang) dan fraktura (patah tulang). Fraktura ada dua macam yaitu patah tulang terbuka dan patah tulang tertutup. Retak atau patah tulang dapat terjadi karena benturan atau tekanan yang terlalu keras.



Gambar 87. Macam-macam gangguan pada tulang
(Sumber : <http://www.slideshare.net/qoryzae/kelainan-sistem-gerak>, diunduh tanggal 5/9/2015)



Kegiatan Pembelajaran 5

Beberapa penyakit/kelainan yang dapat menyerang tulang, diantaranya :

- Osteoporosis, merupakan pengeroposan tulang yang menyebabkan tulang menjadi rapuh
- Rakhitis. Penderita rakhitis memiliki tulang yang lunak. Rakhitis disebabkan kurangnya mengkonsumsi vitamin D.
- Rickets, merupakan suatu kelainan pada tulang yang terjadi karena kekurangan zat kapur, fosfor, dan vitamin D. Kelainan ini dapat terlihat dari kaki yang berbentuk huruf O dan huruf X.
- Mikrosefalus, kelainan pada pertumbuhan tengkorak sehingga bentuk kepala kecil.
- Hidrosefalus, kelainan yang disebabkan pengumpulan cairan spinal dan pelebaran rongga otak sehingga kepala membesar
- Kelainan pada tulang belakang (lordosis, kifosis dan skoliosis). Skoliosis adalah kelainan pada tulang belakang melengkung ke samping sehingga tubuh ikut melengkung ke samping. Kifosis adalah kelainan pada tulang belakang melengkung ke belakang, sehingga tubuh bungkuk. Adapun lordosis merupakan kelainan pada tulang belakang bagian perut melengkung ke depan sehingga bagian perut maju.

2) Gangguan atau penyakit pada sendi

Gangguan pada sendi meliputi memar sendi, yaitu robeknya selaput sendi dan urai sendi jika memar sendi yang disertai dengan lepasnya ujung tulang dari persendian. Penyakit pada sendi yaitu arthritis merupakan radang pada persendian yang disebabkan oleh penumpukan zat kapur pada tulang maupun oleh terganggunya metabolisme asam urat. Kecelakaan pada sendi yang paling umum adalah keseleo. Keseleo terjadi jika ligamen dan tendon di sekitar sendi terenggut. Bentuk lain kecelakaan pada sendi adalah dislokasi. Pada kasus dislokasi, ujung tulang tertarik ke luar sendi. Ligamen yang menghubungkan tulang pada sendi terenggut dan sobek.

3) Gangguan atau penyakit pada otot

Jenis-jenis gangguan pada otot meliputi kaku leher, kram, nyeri otot, keseleo, kejang otot. Penyakit pada otot diantaranya :

- Tetanus, disebabkan oleh bakteri *Clostridium tetani* yang masuk ke dalam tubuh melalui luka. Penderita tetanus mengalami kejang-kejang otot.
- Fibrosis, yaitu melemahnya fungsi otot yang akan digantikan oleh jaringan ikat fibrosa.
- Astrofi otot, yaitu keadaan otot yang kecil dan lemah yang disebabkan oleh infeksi virus polio.
- Hernia abdominal, usus yang melorot kebawah, disebabkan oleh robeknya dinding pada otot perut.

d. Menjaga kesehatan tulang

Sewaktu muda, pembentukan sel tulang baru lebih cepat daripada penghancuran tulang tua sehingga kepadatan tulang masih terjaga. Pada usia di atas 30 tahun, penghancuran sel tulang tua lebih cepat daripada pembentukan sel tulang baru. Semakin tinggi kepadatan tulang, semakin kecil kemungkinan untuk mengalami osteoporosis yaitu suatu kondisi yang menyebabkan tulang menjadi lemah dan rapuh.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kesehatan tulang :

- Asupan kalsium
Asupan kalsium yang rendah menyebabkan kepadatan tulang berkurang, tulang keropos, dan meningkatnya resiko terjadinya patah tulang.
- Aktivitas fisik
Aktivitas fisik yang tinggi meningkatkan mengurangi resiko terjadinya osteoporosis
- Konsumsi alkohol
Konsumsi alkohol yang berlebihan dapat meningkatkan resiko osteoporosis karena alkohol dapat mengganggu kemampuan tubuh menyerap kalsium.



Kegiatan Pembelajaran 5

- Jenis kelamin
Wanita memiliki jaringan tulang lebih sedikit dari laki-laki.
- Usia
Semakin tua usia tulang, semakin tipis dan rapuh tulang.
- Genetik
Seseorang yang memiliki orangtua atau saudara yang mengalami osteoporosis memiliki resiko besar mengalami osteoporosis juga.
- Hormonal
Pembentukan hormon tiroid yang terlalu banyak dapat menyebabkan rapuhnya tulang. Pada wanita, kerapuhan tulang meningkat secara drastis pada masa menopause karena kadar estrogen yang menurun. Pada pria, kadar testosteron yang rendah dapat menyebabkan hilangnya kepadatan tulang
- Gangguan makan
Orang yang menderita anoreksia atau bulimia memiliki resiko tinggi mengalami kerapuhan tulang.
- Penggunaan obat tertentu dalam jangka panjang
Penggunaan obat kortikosteroid dalam jangka panjang dapat menyebabkan kerusakan tulang.

Langkah-langkah untuk mencegah kerusakan tulang adalah sebagai berikut.

- Meningkatkan kandungan kalsium dalam asupan makanan. Kalsium terdapat dalam almond, brokoli, kangkung, salmon kalengan, sarden, dan kedelai dan olahannya (tahu dan tempe).
- Asupan vitamin D. Vitamin D bisa didapatkan secara alami dari tubuh dengan bantuan sinar matahari. Beberapa jenis makanan yang banyak mengandung vitamin D diantaranya susu, telur, ikan salmon, udang, keju.
- Aktivitas fisik yang cukup setiap hari. Aktivitas fisik seperti berjalan, jogging, tenis, dan menaiki tangga dapat membantu tubuh membentuk tulang yang kuat dan memperlambat proses kerapuhan tulang.

e. Pentingnya Makanan dan Olah Raga bagi Kesehatan Tulang

Sebagian dari zat makanan penting yang diperlukan untuk tulang yang sehat adalah protein, magnesium, seng, fosfor dan vitamin C. Bahan makanan yang berfungsi mengoptimalkan kesehatan tulang :

1) Kalsium

Kalsium adalah salah satu mineral utama yang diperlukan tubuh dalam pembentukan tulang. Pada wanita yang sedang hamil, diperlukan lebih banyak karena serum darah ibu harus juga menyediakan kalsium yang diperlukan untuk pembentukan tulang dan gigi sewaktu janin berkembang. Sumber kalsium diperoleh dari ikan, susu, keju, kubis, wortel dan sayur-sayuran lain.

2) Vitamin D

Vitamin D juga berperan penting dalam membantu mempertahankan massa tulang karena membantu tubuh menyerap kalsium secara lebih efektif. Kekurangan vitamin D dalam makanan anak akan menimbulkan penyakit rakitis, sebab absorpsi kalsium tidak memadai, akibatnya kalsifikasi tulang terhambat dan tulang menjadi lembek. Pada orang dewasa kekurangan itu menyebabkan osteomalasia. Kekurangan vitamin D selama kehamilan dapat menyebabkan osteomalasia pada ibu hamil dan rakitis pada bayi yang akan dilahirkannya.

3) Vitamin K

Vitamin K amat penting dalam salah satu proses utama dalam pembentukan tulang yaitu proses penambahan kalsium *osteocalcin*, protein yang banyak ditemui di dalam tulang. Vitamin K berfungsi meningkatkan jumlah *osteocalcin* yang aktif, yang dapat meningkatkan daya tarikannya terhadap kalsium. Hal ini akan meningkatkan daya ikat nutrien-nutrien di dalam tulang.

Kebanyakan sumber vitamin K di dalam tubuh adalah hasil sintesis oleh bakteri di dalam sistem pencernaan. Sumber vitamin K dalam makanan adalah hati, sayur-sayuran berwarna hijau yang berdaun banyak, sayuran sejenis kubis (kol) dan susu.



Kegiatan Pembelajaran 5

Selain makanan, olahraga juga mempengaruhi kesehatan tulang. Olahraga dapat membantu membangun tulang kuat. Olahraga yang melibatkan beban tubuh atau latihan kekuatan secara alami bermanfaat untuk kesehatan tulang. Aktivitas yang melibatkan beban tubuh meningkatkan kesehatan tulang dengan berbagai cara. Pertama, olahraga yang melibatkan beban tubuh ternyata dapat merangsang pembentukan tulang. Kedua, olahraga tersebut menguatkan otot-otot yang menarik dan menyentak tulang. Kegiatan ini menjaga tulang kuat. Ketiga, aktivitas fisik meningkatkan kekuatan, keseimbangan dan koordinasi yang semuanya dapat menurunkan risiko jatuh dan luka pada tulang.



D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas pembelajaran pada kegiatan pembelajaran gerak dan sistem gerak makhluk hidup terdiri atas tiga bagian, yaitu diskusi materi, aktivitas praktik, dan latihan membuat soal. Anda dipersilahkan melakukan aktivitas pembelajaran tersebut secara mandiri dengan penuh semangat dan tanggung jawab yang tinggi.

1. Diskusi Materi

Pada saat mempelajari materi, baca uraian materi sampai tuntas dan buatlah rangkuman dengan kreatif dalam bentuk peta pikiran (*mindmap*) secara mandiri kemudian diskusikan dalam kelompok. Selanjutnya perwakilan kelompok mempresentasikan hasil diskusi kelompok dan anggota kelompok lain memperhatikan dan menanggapi secara aktif.

LK.D5.01 Diskusi Materi Topik Gerak dan Sistem Gerak pada Makhluk Hidup

Tujuan

Melalui diskusi kelompok peserta diklat mampu mengidentifikasi konsep-konsep penting pada topik Gerak dan Sistem Gerak pada Makhluk Hidup.

Langkah Kegiatan :

- a. Pelajarilah topik Gerak dan Sistem Gerak pada Makhluk Hidup dari bahan bacaan pada modul ini dan bahan bacaan lainnya!
- b. Diskusikan secara kelompok untuk mengidentifikasi konsep-konsep penting yang ada pada topik tersebut!
- c. Buatlah rangkuman materi tersebut dalam bentuk peta pikiran (*mind map*)!
- d. Presentasikanlah hasil diskusi kelompok Anda!
- e. Perbaiki hasil kerja kelompok Anda jika ada masukan dari kelompok lain!

2. Aktivitas Praktik

Setelah Anda mengkaji materi gerak dan sistem gerak makhluk hidup. Anda dapat mencoba melakukan kegiatan eksperimen yang dalam modul ini disajikan petunjuknya dalam lembar kegiatan. Pastikan Anda sudah menguasai seluruh materi dalam modul, baik yang berkaitan dengan teori maupun kegiatan yang berkaitan penggunaan alat praktik biologi. Untuk kegiatan praktik penyebab tulang menjadi keras, siapkan alat dan bahannya Ikuti setiap petunjuk yang ada dalam setiap lembar kerja. Lakukan diskusi untuk menentukan hasil kegiatan.

Anda dapat bekerjasama dalam kelompok masing-masing dan menyelesaikan aktivitas sesuai dengan waktu yang ditentukan. Aktivitas dapat dilakukan dengan mandiri atau kerjasama terutama pada saat praktikum, kreatif dalam membuat laporan hasil kerja. Laporan yang dikumpulkan merupakan hasil musyawarah mufakat bersama dan jika ada perbaikan menjadi tanggung jawab semua anggota kelompok.

LK.D5.02: PENYEBAB TULANG MENJADI KERAS

Pada aktivitas ini Anda akan melaksanakan kegiatan praktikum Penyebab Tulang Menjadi Keras. Anda secara mandiri bekerja dalam kelompok untuk mengisi tabel pengamatan dan menjawab pertanyaan. Diharapkan setiap kelompok dapat menyelesaikan aktivitas sesuai dengan waktu yang ditentukan.

Judul : Penyebab Tulang Menjadi Keras

Tujuan : Untuk mengetahui apa yang menyebabkan tulang menjadi keras.

Alat dan Bahan :

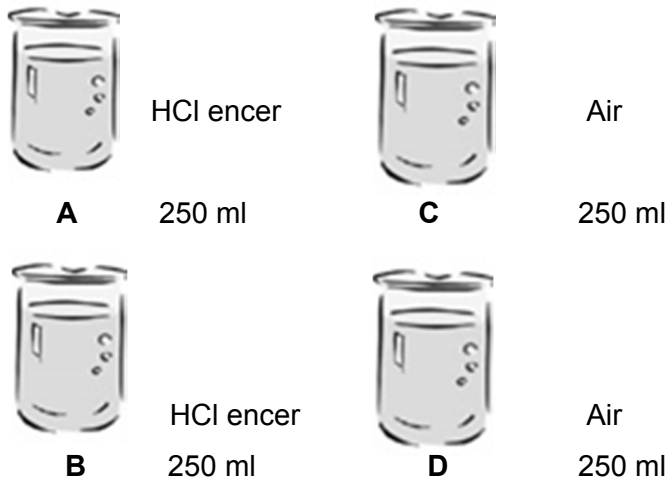
- Tulang ayam yang sudah dibersihkan
- Larutan asam klorida encer (HCl) / larutan cuka
- Cawan petri 4 buah
- Pinset
- Gelas kimia 4 buah / toples bekas selai
- Cangkang siput / bekicot yang telah kosong

Prosedur Kerja :

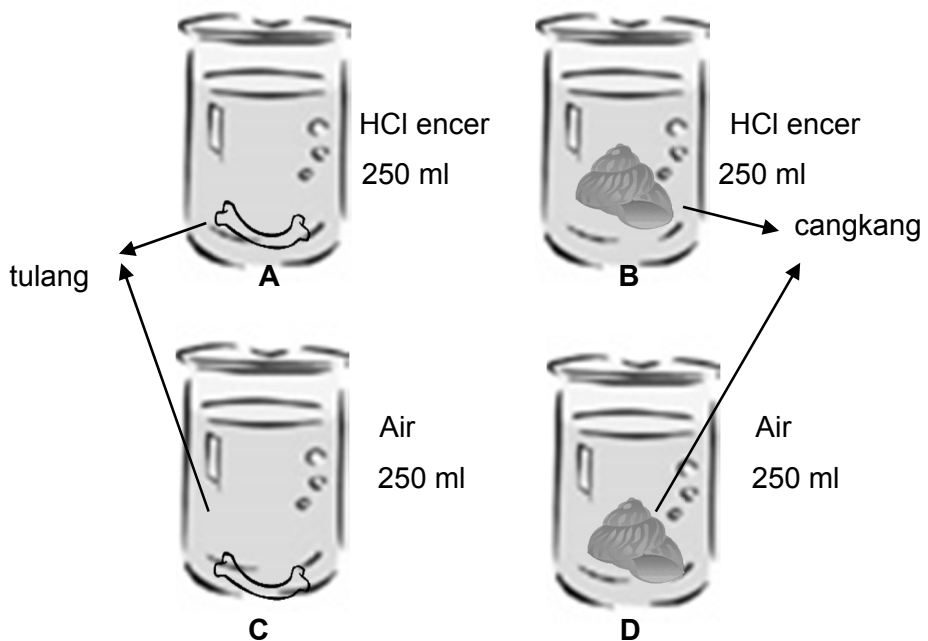
1. Berilah label A, B, C, dan D pada keempat gelas kimia



2. Isilah gelas kimia A dan B dengan larutan asam klorida encer setinggi 250 ml serta gelas kimia C dan D dengan air biasa setinggi 250 ml.



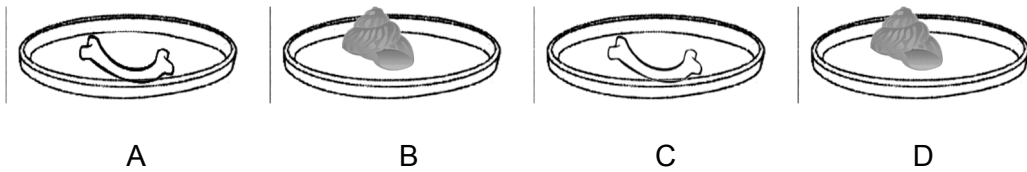
3. Masukkan masing-masing sepotong tulang pada kedua gelas kimia A dan C serta cangkang pada gelas kimia B dan D





Kegiatan Pembelajaran 5

4. Berilah label cawan petri dan letakan tulang pada cawan A (direndam HCl) , cawan C (direndam air) dan cangkang pada cawan B (direndam HCl) dan cawan D (direndam air)



5. Amatilah apa yang terjadi dan catat dalam tabel

Bahan	Direndam dalam	
	HCl encer	Air
Tulang		
Cangkang		

6. Pertanyaan

- 1) Zat apakah yang menyusun tulang dan cangkang sehingga bersifat keras?
- 2) Mengapa tulang dan cangkang yang direndam HCl menjadi lunak ?
- 3) Dengan demikian sebagian tulang terdiri dari zat apa ?
- 4) Zat apa pula yang tertinggal ?

Kesimpulan :



3. Penyusunan Soal Penilaian berbasis Kelas

LK.D5.03 Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Gerak dan Sistem Gerak pada Makhluk Hidup

Buatlah secara mandiri tiga buah soal pilihan ganda dan tiga buah soal uraian pada topik “Gerak dan Sistem Gerak pada Makhluk Hidup” yang dilengkapi dengan kisi-kisi. Gunakanlah format kisi-kisi yang telah disediakan. Cara pengembangan instrumen pilihan ganda dapat Anda pelajari pada modul **Pedagogi Kelompok Kompetensi G (Topik Pengembangan Instrumen Penilaian)**. Pilihlah indikator soal berdasarkan kisi-kisi Ujian Nasional yang terdapat pada bagian **Lampiran 1**. Diskusikanlah dengan teman-teman guru lainnya secara kolaboratif kisi-kisi dan soal yang telah anda buat.

Format Kisi-kisi Soal

No	Indikator Soal	Level Kognitif	Butir Soal	Kunci Jawaban
1				
2				
3				
4				
5				
6				

E. Latihan / Kasus /Tugas

Soal pilihan ganda berikut sebagai sarana untuk berlatih penguasaan materi dan juga merupakan contoh yang dapat diadaptasi oleh Anda dalam mengembangkan soal sejenis, baik untuk penilaian formatif, sumatif, maupun ujian.

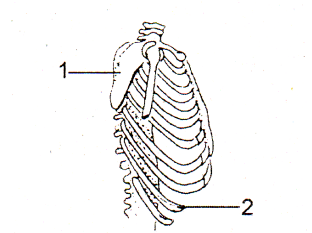
Kerjakanlah soal secara mandiri dan teliti dengan cara memilih salah satu pilihan jawaban yang paling tepat.

1. Kelompok tulang pipih yang benar adalah ...
 - A. lengan atas, selangka, ruas jari
 - B. rusuk, dada, belikat
 - C. belakang, paha, ruas jari
 - D. rusuk, belikat, betis
2. Sendi engsel terdapat pada, kecuali ...
 - A. sikut
 - B. lutut.
 - C. pangkal lengan
 - D. jari kaki
3. Gerak fleksi terjadi bila ...
 - A. bisep relaksasi
 - B. bisep kontraksi
 - C. trisep kontraksi
 - D. bisep dan trisep kontraksi
4. Otot yang kerjanya bersifat sinergis adalah otot..
 - A. Bisep dan trisep
 - B. Paha dan betis
 - C. Pronator teres dan quadratus
 - D. Otot perut dan dada


5. Terdapat beberapa ciri otot :
- 1) Memiliki garis gelap terang
 - 2) Inti satu di tengah
 - 3) Inti banyak di pinggir
 - 4) Di koordinasi saraf otonom
 - 5) Bentuk kumparan
 - 6) Di koordinasi saraf sadar

Dinding lambung memiliki otot dengan ciri – ciri....

- A. 1, 2, 3
 - B. 2, 4, 5
 - C. 1, 3, 6
 - D. 3, 4, 5
6. Tulang yang memiliki matrik berongga disebut ...
- A. tulang kompak
 - B. tulang spon
 - C. Tulang rawan
 - D. Tulang keras
7. Nomor 1 dan 2 pada gambar rangka di bawah ini adalah....



- A. tulang belikat dan tulang selangka
- B. tulang belikat dan tulang rusuk
- C. tulang selangka dan tulang dada
- D. tulang selangka dan tulang rusuk



Kegiatan Pembelajaran 5

8. Otot jantung memiliki keistimewaan karena...
 - A. Termasuk otot polos tetapi kerjanya dibawah kesadaran kita
 - B. Termasuk otot lurik, tetapi kerjanya termasuk otot sadar
 - C. Termasuk otot polos, tetapi kerjanya termasuk otot tak sadar
 - D. Termasuk otot lurik, tapi kerjanya termasuk otot tak sadar

9. Lordosis adalah..
 - A. Kelainan tulang punggung bengkok ke belakang
 - B. Kelainan tulang punggung bengkok ke depan
 - C. Kelainan tulang punggung bengkok ke kiri dan kanan
 - D. Kelainan tulang punggung bengkok ke atas

10. Jika otot bisep kontraksi terjadi gerak...
 - A. Ekstensi
 - B. Fleksi
 - C. Pronasi
 - D. Supinasi

F. Rangkuman

Berdasarkan bentuknya tulang dibedakan menjadi tulang pipa, tulang pendek, tulang pipih, tulang tidak beraturan, tulang sesamoid, dan tulang sutura. Menurut bahan penyusunnya, tulang dapat dikelompokkan atas tulang keras atau biasa disebut tulang saja (*osteon*) dan tulang rawan (*kartilago*).

Sistem rangka terdiri dari rangka badan (rangka aksial) dan rangka anggota gerak (rangka apendikular). Hubungan antara tulang yang satu dengan tulang yang lain disebut persendian. Berdasarkan sifat gerak, sendi dibedakan menjadi sendi mati (*sinartrosis*), sendi gerak (*diartrosis*), dan sendi kaku (*amfiartrosis*). Berdasarkan bentuknya, persendian yang memungkinkan terjadinya gerakan dibagi menjadi empat bentuk, yaitu (1) sendi engsel; (2) sendi putar; (3) sendi luncur/pelana; dan (4) sendi peluru.

Otot dapat dibedakan menjadi otot lurik, otot polos, dan otot jantung. Otot dalam tubuh akan berkontraksi jika mendapatkan rangsangan. Berdasarkan cara kerjanya otot dibedakan menjadi otot sinergis dan otot antagonis.

Gangguan yang umum terjadi pada tulang yaitu fisura (retak tulang) dan fraktura (patah tulang). Gangguan pada sendi meliputi memar sendi dan urai sendi. Jenis-jenis gangguan pada otot meliputi kaku leher, kram, nyeri otot, keseleo, kejang otot.

Sebagian dari zat makanan penting yang diperlukan untuk tulang yang sehat adalah protein, magnesium, seng, fosfor dan vitamin C. Bahan makanan yang memainkan peranan penting dalam mengoptimalkan kesehatan tulang : kalsium, vitamin D, vitamin K. Olahraga dapat membantu membangun tulang kuat. Aktivitas yang melibatkan beban tubuh meningkatkan kesehatan tulang.



Kegiatan Pembelajaran 5

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan ini, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 75%, silakan Anda melanjutkan kegiatan pembelajaran modul berikutnya. Namun, jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 75%, sebaiknya Anda mengulangi kembali kegiatan pembelajaran 5 secara mandiri.

H. Pembahasan Latihan / Tugas / Kasus

- | | |
|------|-------|
| 1. B | 6. B |
| 2. C | 7. B |
| 3. B | 8. D |
| 4. C | 9. B |
| 5. B | 10. B |



Penutup

Modul Pengembangan Karir Berkelanjutan Kelompok Kompetensi D ini disusun untuk digunakan oleh guru-guru IPA SMP dalam rangka meningkatkan kompetensi profesional guru IPA SMP. Dengan ditulisnya modul profesional dengan topik struktur dan fungsi tumbuhan, gaya dan gerak, pemisahan campuran pesawat sederhana, gerak dan sistem gerak pada makhluk hidup, mudah-mudahan dapat membantu guru-guru IPA SMP dalam meningkatkan pemahaman terhadap konsep-konsep IPA.

Materi yang disajikan dalam modul ini tentunya bukanlah materi yang baru bagi guru-guru SMP. Modul ini berisikan konsep-konsep IPA sesuai dengan kompetensi yang Anda perlukan dalam melaksanakan tugas keprofesian Anda. Selanjutnya, Anda perlu terus memiliki semangat membaca bahan-bahan yang lain untuk memperluas wawasan tentang materi IPA terkait.

Bagi Anda yang menggunakan modul ini dalam pelaksanaan moda tatap muka kombinasi (*in-on-in*), Anda masih perlu menyelesaikan beberapa kegiatan pembelajaran secara mandiri ataupun kolaboratif bersama rekan guru di sekolah masing-masing (*on the job learning*). Adapun pembelajaran mandiri yang perlu Anda lakukan adalah mengerjakan lembar kerja:

1. LK.D1.02 Macam-macam Jaringan Tumbuhan
2. LK.D1.03 Penyusunan Soal Berbasis Penilaian Kelas Topik Struktur Tumbuhan dan Fungsinya
3. LK.D2.02 Kecepatan dan Percepatan
4. LK.D2.03 Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Kinematika: GLB dan GLBB
5. LK.D2.05 Koefisien Gesekan Statis Antara Dua Permukaan
6. LK.D2.06 Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Dinamika: Gaya dan Gerak
7. LK.D3.02 Pemurnian Garam Dapur
8. LK.D3.03 Sublimasi
9. LK.D3.04 Destilasi
10. LK.D3.05 Kromatografi Kertas
11. LK.D3.06 Merancang Alat untuk Penjernihan Air
12. LK.D3.07 Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Pemisahan Campuran



Penutup

13. LK.D4.02 Tuas
14. LK.D4.03 Katrol Tetap
15. LK.D4.04 Aplikasi Pesawat Sederhana
16. LK.D4.05 Jenis-jenis Pengungkit
17. LK.D4.06 Sketsa Pesawat Sederhana
18. LK.D4.07 Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Pesawat Sederhana
19. LK.D5.02 Penyebab Tulang Menjadi Keras
20. LK.D5.03 Penyusunan Soal Penilaian Berbasis Kelas Topik Gerak dan Sistem Gerak pada Makhluk Hidup

Selain itu, Anda dipersilakan mengerjakan latihan soal pilihan ganda dan latihan membuat soal. Produk pembelajaran yang telah Anda hasilkan selama *on the job learning* akan menjadi tagihan yang akan dipresentasikan dan dikonfirmasi pada kegiatan tatap muka kedua (*in-2*).

Terakhir, mudah-mudahan modul ini dapat membantu Anda dalam upaya peningkatan pengembangan profesionalisme dan juga pengembangan pembelajaran yang berkualitas. Tentu saja, 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 ridho-Nya.



Evaluasi

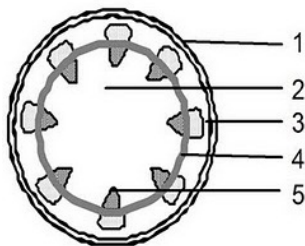
Pilihan Ganda

1. Jaringan meristem di ujung akar dilindungi oleh struktur yang bernama
 - A. kutikula
 - B. prokambium
 - C. tudung akar
 - D. bulu-bulu akar
2. Pernyataan berikut yang *tidak* relevan dengan fungsi akar adalah ...
 - A. struktur akar yang 'mencengkram' tanah berfungsi untuk memperkuat kedudukan/posisi tumbuhan di atas tanah.
 - B. beberapa jenis tumbuhan menjadikan akar sebagai tempat penyimpanan makanan seperti wortel dan bengkuang.
 - C. akar pohon tumbuhan apapun posisinya selalu tertutup di dalam tanah
 - D. rambut akar membantu memperluas wilayah penyerapan air dan garam mineral dari dalam tanah
3. Berdasarkan asal pembentukannya, jaringan meristem dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu ...
 - A. Promeristem, meristem lateral, dan meristem apikal
 - B. Meristem primer, meristem sekunder, dan meristem pucuk
 - C. Meristem apikal, meristem lateral dan meristem primer
 - D. Promeristem, meristem primer, dan meristem sekunder
4. Nama-nama jaringan di bawah ini yang merupakan awal mula pembentuk cabang akar adalah....
 - A. perisikel
 - B. perikambium
 - C. empulur
 - D. promeristem



Evaluasi

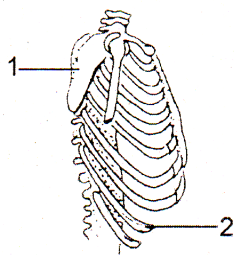
5. Awal mula terbentuknya lenti sel pada jaringan di batang adalah ...
- A. jaringan epidermis rusak karena pengaruh lingkungan lalu terbentuklah retakan di jaringan tersebut
 - B. jaringan epidermis rusak karena pertumbuhan sekunder batang lalu terbentuklah retakan di jaringan tersebut
 - C. jaringan epidermis rusak karena pengaruh lingkungan lalu diisi oleh jaringan gabus kecuali pada celah tertentu
 - D. jaringan epidermis rusak karena pertumbuhan sekunder batang lalu diisi oleh jaringan gabus kecuali pada celah tertentu
6. Gunakanlah gambar penampang melintang batang di bawah ini untuk menjawab pertanyaan 7 s.d. 9!



Pembuluh tapis (floem) dan pembuluh kayu (xylem) secara berurutan ditunjukkan oleh nomor

- A. 3 dan 5
 - B. 3 dan 4
 - C. 1 dan 4
 - D. 2 dan 4
7. Kelompok tulang pipih yang benar adalah ...
- A. lengan atas, selangka, ruas jari
 - B. rusuk, dada, belikat
 - C. belakang, paha, ruas jari
 - D. rusuk, belikat, betis

8. Gerak fleksi terjadi bila ...
- bisep relaksasi
 - bisep kontraksi
 - trisep kontraksi
 - bisep dan trisep kontraksi
9. Otot yang kerjanya bersifat sinergis adalah otot..
- Bisep dan trisep
 - Paha dan betis
 - Pronator teres dan quadratus
 - Otot perut dan dada
10. Terdapat beberapa ciri otot :
- Memiliki garis gelap terang
 - Inti satu di tengah
 - Inti banyak di pinggir
 - Di koordinasi saraf otonom
 - Bentuk kumparan
 - Di koordinasi saraf sadar
- Dinding lambung memiliki otot dengan ciri-ciri
- | | |
|------------|------------|
| A. 1, 2, 3 | C. 1, 3, 6 |
| B. 2, 4, 5 | D. 3, 4, 5 |
11. Nomor 1 dan 2 pada gambar rangka di bawah ini adalah....



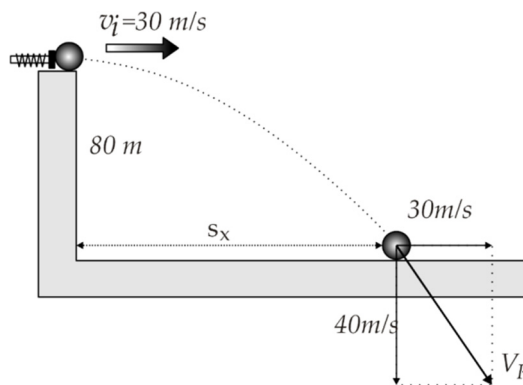
- tulang belikat dan tulang selangka
- tulang belikat dan tulang rusuk
- tulang selangka dan tulang dada
- tulang selangka dan tulang rusuk



Evaluasi

12. Saat tangan memegang kepala yang terjadi adalah...
- A. Otot bisep kontraksi dan trisep relaksasi
 - B. Otot bisep dan trisep berkontraksi
 - C. Otot bisep relaksasi dan trisep kontraksi
 - D. Otot bisp dan trisep relaksasi
13. Jika setelah berolah raga yang berat, terkadang kita mengalami kram otot. Kram otot ini disebabkan oleh...
- A. Penumpukan asam amino
 - B. Penumpukan asam laktat
 - C. Penumpukan asam lemak
 - D. Penumpukan karbondioksida
14. Jika otot bisep kontraksi terjadi gerak...
- A. Ekstensi
 - B. Fleksi
 - C. Pronasi
 - D. Supinasi
15. Sebuah benda bebas bermassa 20 kg, tanpa gesekan, tiba-tiba dipengaruhi gaya mendatar sebesar 45 N, maka percepatan benda setelah mendapat gaya adalah...
- A. 2
 - B. 2.25
 - C. 2.5
 - D. 2.75
16. Sebuah benda bermassa 5 kg sedang ditarik tali penggantung ke atas dengan percepatan 0.3 m/s^2 . Berapa gaya yang bekerja pada tali?
- A. 45
 - B. 51
 - C. 55
 - D. 60

17. Seperti pada gambar di bawah ini. Suatu penendang bola/projektile menendang bola arah horizontal dengan kecepatan awal 30 m/s dari ketinggian 80 m hingga jatuh ke landasan projektil, abaikan gesekan dengan udara. (a) berapa detik bola saat menyentuh landasan lintasan? (b) Berapa jarak S_x pada gambar. (c) Berapa resultan kecepatan V_R bola saat jatuh ke landasan?

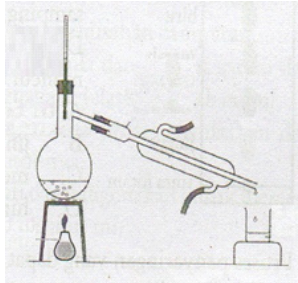


- A. 2
 B. 4
 C. 8
 D. 16
18. Sebuah peti berisi rongsokan besi berada di atas triplek tebal dalam keadaan diam. Apabila peti tersebut memiliki berat 1500 N , panjang triplek tebal 3 m , dan ujung triplek atas dari lantai yang datar 50 cm . Berapa gaya yang berusaha mendorong peti tersebut meluncur ke bawah sepanjang papan ?
- A. 100 N
 B. 250 N
 C. 500 N
 D. 750 N
19. Cara pemisahan zat dari campurannya dengan menguapkan, kemudian didinginkan kembali, sehingga dihasilkan zat murni yang diinginkan diterapkan pada proses berikut **kecuali**
- A. Pembuatan minyak serih
 B. Pembuatan minyak kayu putih
 C. Pemisahan bensin dari minyak bumi
 D. Memisahkan iodium dari *iodium tincture*

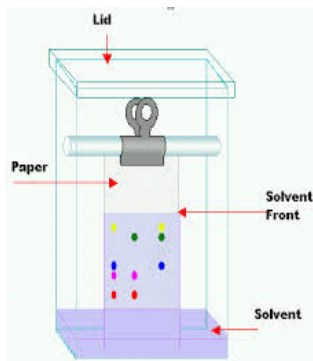
Evaluasi

20. Zat X tidak larut dalam air, dan meleleh pada temperatur 53°C dan mendidih pada 100°C . Gambar yang sesuai untuk memisahkan zat X dari campurannya adalah

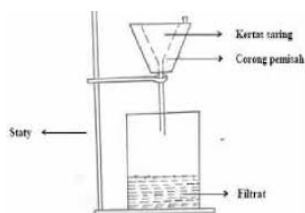
A



B



C



D





Glosarium

Aktin	Protein dalam otot dan menyatu dengan miosin membentuk aktomiosin yang mengatur mekanisme kontraksi sel otot
Batu didih	Benda yang kecil, bentuknya tidak rata, dan berpori, yang biasanya dimasukkan ke dalam cairan yang sedang dipanaskan. Biasanya batu didih terbuat dari bahan silika, kalsium karbonat, porselen, maupun karbon, yang berfungsi untuk meratakan panas sehingga panas menjadi homogen pada seluruh bagian larutan dan untuk menghindari titik lewat didih.
Destilasi	Suatu metode pemisahan campuran yang didasarkan pada perbedaan tingkat volatilitas (kemudahan suatu zat untuk menguap) pada suhu dan tekanan tertentu.
Destilasi Fraksinasi	Merupakan suatu teknik pemisahan untuk larutan yang mempunyai perbedaan titik didih yang tidak terlalu jauh yaitu sekitar 30°C atau lebih.
Destilat	Hasil dari destilasi
Dikotil	Kelompok tumbuhan berkeping biji dua
Epidermis	Sel atau jaringan yang terletak di bagian paling luar organ, terdiri dari satu lapis jaringan atau lebih yang salah satu fungsinya menutupi dan melindungi permukaan organ.
Filtrasi	Suatu cara pemisahan yang biasa dilakukan untuk memisahkan suatu pelarut terhadap pengotornya yang berupa suatu cara pemisahan yang biasa dilakukan untuk memisahkan suatu pelarut terhadap pengotornya yang berupa padatan atau memisahkan suatu padatan kristal terhadap pelarutnya.





Glosarium

Filtrat	Zat yang lolos penyaringan
Floem	Pembuluh tapis; jaringan pada tumbuhan yang berfungsi untuk menghantarkan hasil fotosintesis dari daun menuju bagian-bagian lain seperti buah, biji, batang, dan lain-lain.
Fraktur	Patah tulang
<i>Furnace</i> /Tanur	Alat yang berfungsi untuk mengabukan atau mengarangkan suatu zat organik. Tanur mempunyai suhu yang tinggi hingga diatas 1000°C
Jaringan	Kumpulan sel yang memiliki bentuk dan ukuran serta fungsi yang sama
Kartilago	Tulang rawan
Klorofil	Pigmen berwarna hijau yang menempati kloroplas pada sel tumbuhan dan berperan dalam menjalankan reaksi fotosintesis.
Kolom fraksionasi	Mempunyai fungsi agar kontak antara cairan dengan uap gterjadi lebih lama, sehingga komponen yang lebih ringan dengan titik didih yang lebih rendah akan terus menguap dan masuk kondensor.
Korteks	Jaringan pada tumbuhan yang lokasinya terletak antara jaringan epidermis dan jaringan endodermis fungsi yang sama
Kromatografi	Suatu teknik pemisahan molekul berdasarkan perbedaan pola pergerakan antara fase gerak dan fase diam untuk memisahkan komponen (berupa molekul) yang berada dalam larutan.
Kromatografi Elektroforesis	Teknik pemisahan komponen atau molekul bermuatan berdasarkan perbedaan tingkat imigrasinya. Prinsip kerja dari elektroforesis adalah pergerakan komponen bermuatan positif (+) pada kutub negatif (-) serta komponen bermuatan negatif (-) pada kutub positif



(+). Pergerakan yang terjadi disebut “elektrokinetik”.

Kromatografi Gas	Suatu metoda pemisahan campuran yang terdiri dari dua macam komponen atau lebih, yang didasarkan pada distribusi diferensial diantara dua fasa diam yang berupa padatan atau cairan dan fasa mobil yang berupa gas.
Kromatografi Lapisan Tipis (KLT)	Suatu teknik kromatografi yang digunakan untuk memisahkan campuran yang tidak volatil. Kromatografi lapisan tipis dilakukan pada selembar kaca, plastik, atau aluminium foil yang dilapisi dengan lapisan tipis bahan adsorben, biasanya silika gel, aluminium oksida, atau selulosa.
Kromatografi Penukar Ion	Salah satu teknik pemurnian senyawa spesifik di dalam larutan campuran. Prinsip utama dalam metoda ini didasarkan pada interaksi muatan ion positif dan negatif antara molekul spesifik dengan matriks yang berada di dalam kolom kromatografi.
Kromatografi Penyaringan Gel	Merupakan proses pemisahan dengan gel yang terdiri dari modifikasi dekstran-molekul polisakarida linier yang mempunyai ikatan silang. Bahan ini dapat menyerap air dan membentuk susunan seperti saringan yang dapat memisahkan molekul-molekul berdasarkan ukurannya.
Ligamen	Jaringan ikat yang menghubungkan antara tulang yang satu dengan tulang lainnya
Meristem	Jaringan pada tumbuhan yang tersusun dari sel-sel yang sangat aktif melakukan pembelahan
Miofibril	Serat-serat komponen penyusun jaringan otot
Monokotil	Kelompok tumbuhan berkeping biji tunggal
Osifikasi	Proses perubahan dari tulang rawan ke sel tulang keras



Glosarium

Osteoblas	Sel yang membangun tulang
Osteoklas	Sel yang menghancurkan tulang
Osteon	Tulang
Osteosit	Sel tulang yang matang
Perikondrium	Selubung jaringan ikat yang mengelilingi tulang rawan
Periosteum	Membran yang melapisi dan melekat erat pada bagian luar tulang
Residu	Zat yang tidak lolos dalam penyaringan.
Sarkomer	Unit kontraktile dasar miokardium, terdiri dari dua miofilamen yang saling tumpang tindih, yakni filamen tebal dan filamen tipis.
Sendi	Tempat bertemunya dua buah tulang
Stomata	Mulut daun; celah yang terletak di epidermis daun yang memungkinkan terjadinya pertukaran gas untuk kepentingan respirasi dan fotosintesis.
Sublimasi	Perubahan wujud dari padat ke gas pada suhu kamar.
Tendon	Jaringan ikat yang menghubungkan otot dengan tulang
Titik didih	Suhu (temperatur) ketika tekanan uap sebuah zat cair sama dengan tekanan eksternal yang dialami oleh cairan.
Vegetatif	Cara reproduksi makhluk hidup yang tanpa melibatkan sel-sel gamet / tanpa peleburan sel kelamin jantan dan betina.
Xylem	Pembuluh kayu; jaringan pengangkut pada tumbuhan yang berfungsi menghantarkan air beserta semua unsur yang terlarut di dalam air tersebut.



Daftar Pustaka

- Campbell, Neil A. (2004). *Biologi*. Terjemahan. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Campbell, Neil A. et al. 2008. *Biologi*. Edisi Kedelapan. Jilid 3. Jakarta : Erlangga
- Campbell N.A., J.B. Reece. 2002. *Biology. International Edition*. Sixth Edition. San Fransisco, Boston New York: Pearson Education, Inc, publishing as Benjamin Cummings.
- Diah Aryulina, dkk. (2004). *Biologi SMA Kelas XI*, Jakarta: Esis.
- Estiti. (1995). *Anatomi Tumbuhan Berbiji*. Bandung: Penerbit ITB.
- Frederick J.Bueche, Ph.D, Universitas Dayton, Eugene Hech, Ph.D,. (1997).univertas Adelphy, “*Schaum’s Outline of theory and problem*”, College Physics, edisi 9.
- Gibson, John M.D. (1995). *Anatomi dan Fisiologi Modern Untuk Perawat*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- John E. Bett,. (1987). “*Physics for technology*”, edisi 8, Auatralian text books.



Daftar Pustaka

- Kimball, John W. (1983). *Biologi*. Terjemahan. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Lerner, R. dan Steinberg, L. (2004). *Handbook of Adolescent Psychology. 2nd edition*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Martini, Frederic. (2001). *Fundamentals of Anatomy & Physiology*. New Jersey: Prentice Hall.
- Petrucci, Ralph H. 2001. *General Chemistry, Principles and Modern Application. Third edition*. London: Macmillan Publishing Co.
- Poppy KD, dkk. 2002. *Kimia*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V., Jackson, R.B. 2014. *Campbell Biology. Tenth Edition*. Lake Ave. Pearson Education, Inc.
- Rella Turella. 2011. *Pembelajaran Campuran dan Pemisahannya dengan model Group Investigation untuk guru SMP*. Bandung: PPPPTK IPA
- Setiawan, Wanwan, Drs., M.M. (2007). *Rangka Manusia dan Kesehatannya*. Bandung: PPPPTK IPA Departemen Pendidikan Nasional.
- Soetarmo, B. Sc. (1990). *Fisika SMA kelas III*. Surakarta: Penerbit Widya Duta.

Sumiati & Asra. (2009). *Metode Pembelajaran*. Bandung: CV Wacana Prima.

Sunarto, H., Hartono,A.,B., (2002). *Perkembangan Peserta Didik*. Jakarta : P.T. Asdi Mahasatya.

Surya (2003). *Psikologi Pembelajaran dan Pengajaran*. Bandung: Yayasan Bhakti Winaya.

Tati Setiawati, dan Retzi Azizah. (2007). *Unsur, senyawa, campuran*. Bandung: PPPPTK IPA.

Yeon, Weinstein. (1996). *A Teachers World, Psychology in the Classroom* : Mc. Graw-Hill, Inc.



Daftar Pustaka

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/quantum/imgqua/vecz.gif>

<http://www.belajarbagus.com/2015/09/pengertian-gerak.html>

<http://www.binasyifa.com/719/93/25/pesawat-sederhana-dan-aplikasinya-dalam-kehidupan-sehari-hari.htm>

<http://www.informasi-pendidikan.com/2014/12/usaha-dan-energi-dalam-fisika.html>

<http://www.petra.ac.id/english/courses/fisika/bab/IX.htm>

<http://www.sarjanaku.com/2011/05/media-audio-visual.html>

<http://www.sirinet.net/sixsimple.html>

https://en.wikipedia.org/wiki/Conversion_of_units

<https://www.boundless.com/biology/textbooks/boundless-biology-textbook/the-chemical-foundation-of-life-2/atoms-isotopes-ions-and-molecules-50/electron-shells-and-the-bohr-model-276-11409/>

<http://www.pengertianahli.com/2015/04/kromatografi-kertas-lapis-tipis-kolom-gas.html>, 1 Maret 2017

<http://dheon-klephone.blogspot.co.id/2012/04/kromatografi.html>, *Pengertian dan Jenis Kromatografi*, di akses pada tanggal 1 Maret 2017

Lampiran

Tabel 3. Kisi-kisi Ujian Nasional SMP/MTs – Ilmu Pengetahuan Alam

1. Biologi

Level Kognitif	Lingkup Materi	
	Makhluk Hidup dan Lingkungannya	Struktur dan Fungsi Makhluk Hidup
Pengetahuan dan Pemahaman <ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi • Mendeskripsikan • Mengklasifikasi • Menunjukkan • Menjelaskan • Menentukan 	Siswa dapat memahami dan menguasai konsep: <ul style="list-style-type: none"> - gejala alam biotik dan abiotik - ciri-ciri/karakteristik makhluk hidup - keragaman pada sistem organisasi kehidupan - interaksi antara makhluk hidup dan lingkungan 	Siswa dapat memahami dan menguasai konsep: <ul style="list-style-type: none"> - sistem gerak manusia - sistem pencernaan manusia - sistem peredaran darah manusia - sistem pernapasan manusia - sistem ekskresi manusia - sistem reproduksi manusia - jaringan tumbuhan - kelangsungan hidup organisme melalui kemampuan bereproduksi - pewarisan sifat - bioteknologi
Aplikasi <ul style="list-style-type: none"> • Memberi contoh • Menyimpulkan • Menerapkan • Menghubungkan • Memprediksi • Membandingkan 	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang: <ul style="list-style-type: none"> - fenomena interaksi antara makhluk hidup dan lingkungan tertentu - kepadatan populasi manusia - pencemaran lingkungan - prosedur pengklasifikasian makhluk hidup 	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan dan pemahaman tentang: <ul style="list-style-type: none"> - faktor-faktor yang berpengaruh pada kesehatan sistem gerak manusia - mekanisme sistem pencernaan manusia dan uji makanan - mekanisme peredaran darah manusia - mekanisme pernapasan manusia - menjaga kesehatan sistem ekskresi manusia - kelainan dan penyakit pada sistem reproduksi manusia - percobaan fotosintesis - kelangsungan hidup organisme melalui kemampuan bereproduksi - pewarisan sifat untuk pemuliaan makhluk hidup



Lampiran

Level Kognitif	Lingkup Materi	
	Makhluk Hidup dan Lingkungannya	Struktur dan Fungsi Makhluk Hidup
		- penerapan bioteknologi pangan bagi kehidupan manusia
Penalaran <ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis • Mensintesis • Mengevaluasi • Menilai • Mempertimbangkan • Menyelesaikan masalah • Memberi argumen 	Siswa dapat menggunakan nalar dalam mengkaji: <ul style="list-style-type: none"> - pengelolaan lingkungan untuk mengatasi pencemaran dan kerusakan lingkungan - dampak interaksi makhluk hidup dengan lingkungannya - pengaruh kepadatan populasi manusia pada makhluk hidup dan lingkungannya 	Siswa dapat menggunakan nalar dalam mengkaji: <ul style="list-style-type: none"> - keterkaitan antara sistem organ pada manusia - percobaan fotosintesis - pewarisan sifat makhluk hidup untuk meningkatkan kesejahteraan manusia



2. Fisika/Kimia

Level Kognitif	Lingkup Materi		
	Pengukuran, zat dan sifatnya	Mekanika dan Tata Surya	Gelombang, Listrik dan Magnet
Pengetahuan dan Pemahaman <ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi • Menyebutkan • Menunjukkan • Membedakan • Mengelompokkan • Menjelaskan 	Siswa dapat memahami tentang: <ul style="list-style-type: none"> - pengukuran - besaran dan satuan - konsep zat dan wujudnya - zat dan perubahannya - zat aditif, zat adiktif, dan psikotropika - partikel zat - campuran - larutan 	Siswa dapat memahami tentang: <ul style="list-style-type: none"> - gerak lurus - hukum newton - usaha dan energi - pesawat sederhana - suhu dan kalor - tekanan - tata surya 	Siswa dapat memahami tentang: <ul style="list-style-type: none"> - getaran dan gelombang - bunyi - optik - listrik dan magnet
Aplikasi <ul style="list-style-type: none"> • Mengklasifikasi • Menginterpretasi • Menghitung • Mendeskripsikan • Memprediksi • Mengurutkan • Membandingkan • Menerapkan • Memodifikasi 	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan tentang: <ul style="list-style-type: none"> - pengukuran - konsep zat dan wujudnya - zat dan perubahannya - zat aditif, zat adiktif, dan psikotropika - partikel zat - campuran - larutan 	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan tentang: <ul style="list-style-type: none"> - gerak lurus - hukum newton - usaha dan energi - pesawat sederhana - suhu dan kalor - tekanan - tata surya 	Siswa dapat mengaplikasikan pengetahuan tentang: <ul style="list-style-type: none"> - getaran dan gelombang - bunyi - optik - listrik dan magnet



Lampiran

Level Kognitif	Lingkup Materi		
	Pengukuran, zat dan sifatnya	Mekanika dan Tata Surya	Gelombang, Listrik dan Magnet
Penalaran • Menemukan • Menyimpulkan • Menggabungkan • Menganalisis • Menyelesaikan masalah • Merumuskan	Siswa dapat bernalar tentang: - pengukuran - konsep zat dan wujudnya - zat dan perubahannya - zat aditif, zat adiktif, dan psikotropika - partikel zat - campuran - larutan	Siswa dapat bernalar tentang: - gerak lurus - hukum newton - usaha dan energi - pesawat sederhana - tekanan - suhu dan kalor	Siswa dapat bernalar tentang: - getaran dan gelombang - bunyi - optik - listrik dan magnet



MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN



Kelompok
Kompetensi

**MATA PELAJARAN
ILMU PENGETAHUAN
ALAM (IPA)**

Sekolah Menengah Pertama (SMP)

TERINTEGRASI PENGUATAN
PENDIDIKAN KARAKTER
DAN PENGEMBANGAN SOAL



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2017**

Jalan Jendral Sudirman, Gedung D Lantai 15, Senayan, Jakarta 10270
Telepon/Fax: (021) 5797 4130

www.gtk.kemdikbud.go.id