

MODUL
PENGEMBANGAN KEPROFESIAN
BERKELANJUTAN

FISIKA SMA

TERINTEGRASI
PENGUATAN PENDIDIKAN
KARAKTER

Kelompok
Kompetensi | **A**



PEDAGOGIK

Perkembangan Peserta Didik

■ Dr. Elly Herliani, M.Phil., M.Si.

PROFESIONAL

Besaran, Satuan, dan Pengukuran;
Vektor; Gerak Benda;
dan Hukum Newton

■ Wandy Praginda, S.Pd., M.Si.



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

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN FISIKA SMA

TERINTEGRASI
PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER

KELOMPOK KOMPETENSI A

PERKEMBANGAN PESERTA DIDIK

■ Dr. Elly Herliani, M.Phill., M.Si.



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

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

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

PERKEMBANGAN PESERTA DIDIK

Penulis:

Dr. Elly Herliani, M.Phil, M.Si.



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

MODUL

PENGEMBANGAN KEPROFESIAN

BERKELANJUTAN

MATA PELAJARAN FISIKA

SEKOLAH MENENGAH ATAS (SMA)

KELOMPOK KOMPETENSI A

PERKEMBANGAN PESERTA DIDIK

Penanggung Jawab
Dr. Sediono Abdullah

Penulis

Dr. Elly Herliani, M.Phil, M.Si. 022-4231191 *elly.herliani@gmail.com*

Penyunting

Dr. Indrawati, M.Pd.

Penelaah

Dr. Sri Mulyani, M.Si.

Dr. I Nyoman Marsih, M.Si.

Dr. Suharti, M.Si.

Dra. Lubna, M.Si.

Angga Yudha, S.Si.

Penata Letak

Dedi Mulyadi

Copyright © 2017

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA),

Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan

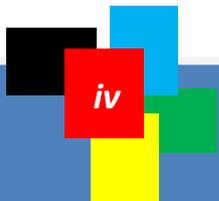
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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

KATA SAMBUTAN





KATA PENGANTAR

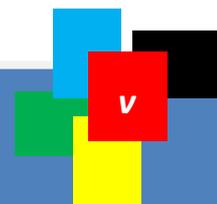
Puji dan syukur kami panjatkan ke Hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Pembinaan Karier Guru Mata Pelajaran Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*Learning Material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul Pembinaan Karier Guru melalui Peningkatan Kompetensi disusun dalam rangka fasilitasi program peningkatan kompetensi guru pasca UKG yang telah diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. Materi modul dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi Guru sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru yang dijabarkan menjadi Indikator Pencapaian Kompetensi Guru.

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

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

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





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

Bandung, Februari 2017
Kepala PPPPTK IPA,

Dr. Sediono, M.Si.
NIP. 195909021983031002



DAFTAR ISI

	Hal
KATA SAMBUTAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
PENDAHULUAN	
A. LATAR BELAKANG	1
B. TUJUAN	2
C. PETA KOMPETENSI	2
D. RUANG LINGKUP	4
E. SARAN CARA PENGGUNAAN MODUL	4
KEGIATAN PEMBELAJARAN	
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1: PERKEMBANGAN PESERTA DIDIK	12
A. Tujuan	12
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	12
C. Uraian Materi	13
D. Aktivitas Pembelajaran	14
E. Latihan/Kasus/Tugas	15
F. Rangkuman	16
G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut	16
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 : PERKEMBANGAN KEMAMPUAN INTELEKTUAL	17
A. Tujuan	17
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	17
C. Uraian Materi	18
D. Aktivitas Pembelajaran	22
E. Latihan/Kasus/Tugas	22
F. Rangkuman	23
G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut	23



KEGIATAN PEMBELAJARAN 3: PERKEMBANGAN FISIK DAN KESEHATAN	24
A. Tujuan	24
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	24
C. Uraian Materi	24
D. Aktivitas Pembelajaran	27
E. Latihan/Kasus/Tugas	28
F. Rangkuman	28
G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut	29
KEGIATAN PEMBELAJARAN 4: KECERDASAN EMOSI DAN PERKEMBANGAN ASPEK SOSIAL	30
A. Tujuan	30
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	30
C. Uraian Materi	31
D. Aktivitas Pembelajaran	35
E. Latihan/Kasus/Tugas	35
F. Rangkuman	36
G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut	36
KEGIATAN PEMBELAJARAN 5: PERKEMBANGAN MORAL DAN KECERDASAN SPIRITUAL	37
A. Tujuan	37
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	37
C. Uraian Materi	38
D. Aktivitas Pembelajaran	42
E. Latihan/Kasus/Tugas	42
F. Rangkuman	43
G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut	44
KEGIATAN PEMBELAJARAN 6: SIKAP DAN KEBIASAAN BELAJAR	45
A. Tujuan	45
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	45
C. Uraian Materi	45
D. Aktivitas Pembelajaran	48
E. Latihan/Kasus/Tugas	49



	F. Rangkuman	49
	G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut	50
	KEGIATAN PEMBELAJARAN 7: IDENTIFIKASI KEMAMPUAN AWAL DAN KESULITAN BELAJAR	51
	A. Tujuan	51
	B. Indikator Pencapaian Kompetensi	51
	C. Uraian Materi	52
	D. Aktivitas Pembelajaran	57
	E. Latihan/Kasus/Tugas	58
	F. Rangkuman	59
	G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut	59
	KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS	60
	EVALUASI	71
	PENUTUP	73
	DAFTAR PUSTAKA	74
	GLOSARIUM	76

DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 1	Alur model pembelajaran tatap muka	5
Gambar 2	Alur pembelajaran tatap muka penuh	5
Gambar 3	Alur pembelajaran tatap muka model <i>in-on-in</i>	8
Gambar 3.1	Pembelajaran untuk pengembangan fisik dan kesehatan	27
Gambar 5.1	Pembelajaran untuk perkembangan moral dan spiritual	42
Gambar 6.1	Pembelajaran untuk membangun sikap dan kebiasaan belajar	48



DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1	Kompetensi guru mapel dan indikator pencapaian kompetensi	2
Tabel 2	Daftar lembar kerja modul	11

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

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

Modul pengembangan keprofesian berkelanjutan yang berjudul “Karakteristik dan Pengembangan Potensi Peserta Didik” merupakan modul untuk kompetensi pedagogi guru pada Kelompok Kompetensi A (KK A). Materi modul dikembangkan berdasarkan Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007, kompetensi Pedagogik yang pertama dan keenam yaitu tentang Karakteristik Peserta Didik dan Pengembangan Potensi Peserta Didik. Penguasaan guru atas konsep dan implementasi dari kedua kompetensi inti ini membekali guru untuk menghantarkan peserta didik asuhannya secara percaya diri memperoleh pencapaian terbaik mereka sesuai dengan karakteristiknya. Dengan demikian, potensi yang dimiliki seluruh peserta didik dapat mewujudkan dalam bentuk prestasi yang beragam secara optimal. Mengingat peserta didik adalah subjek yang akan dibelajarkan guru perlu termotivasi, bekerja keras, dan kreatif untuk mengenal karakteristik dan potensi peserta didik serta cara mengembangkannya.

Pada beberapa komponen modul yang relevan telah diintegrasikan beberapa nilai karakter bangsa, baik secara eksplisit maupun implisit. Berdasarkan karakteristik materi modul yang membahas tentang aspek



kognitif dan non-kognitif peserta didik, ruang lingkup kajian materi modul ini sejatinya dapat memfasilitasi penguatan sebagian besar nilai-nilai karakter yang diusung dalam Penguatan Pendidikan Karakter (PPK).

Nilai-nilai ini dapat diimplementasikan selama aktivitas pembelajaran, dalam melaksanakan tugas sebagai guru, dan dalam kehidupan sehari-hari sehingga dapat mendukung pengembangan kompetensi sosial dan kepribadian guru. Dengan demikian diharapkan guru dapat menjadi teladan bagi peserta didik yang diasuhnya dan masyarakat di sekitarnya.

B. TUJUAN

Setelah guru mempelajari modul ini diharapkan dapat memahami materi kompetensi pedagogi yang terdiri atas karakteristik peserta didik dalam berbagai aspek, potensi peserta didik, bekal ajar awal, kesulitan belajar, pembelajaran untuk mendorong peserta didik mencapai prestasi optimal, dan pembelajaran untuk mengaktualisasi potensi peserta didik.

C. PETA KOMPETENSI

Kompetensi inti yang diharapkan setelah guru belajar dengan menggunakan modul ini adalah menguasai karakteristik peserta didik dari aspek fisik, moral, sosial, kultural, emosional, dan intelektual serta memfasilitasi pengembangan potensi peserta didik untuk mengaktualisasikan berbagai potensi yang dimiliki. Berikut adalah rincian. Kompetensi yang diharapkan tercapai melalui pembelajaran dengan menggunakan modul KK A.

Tabel 1. Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Guru Mapel	Indikator Pencapaian Kompetensi
1.1 Memahami karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek fisik, intelektual, sosial-emosional, moral, spiritual, dan latar belakang sosial-budaya.	KP1 <ul style="list-style-type: none">• Menjelaskan perkembangan peserta didik pada usia remaja.• Menjelaskan keragaman karakteristik peserta didik dan faktor-faktor penyebabnya.• Menjelaskan implikasi prinsip-prinsip perkembangan perilaku dan pribadi peserta didik terhadap pendidikan.• Menjelaskan tugas-tugas perkembangan remaja.• Menentukan kegiatan untuk memfasilitasi variasi perkembangan peserta didik. KP2 <ul style="list-style-type: none">• menjelaskan tahapan perkembangan kognitif peserta didik; KP3 <ul style="list-style-type: none">• Mendeskripsikan ciri-ciri perkembangan fisik remaja.• Mendeskripsikan ciri-ciri remaja yang sehat secara fisik.



Kompetensi Guru Mapel	Indikator Pencapaian Kompetensi
	<ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan dampak perubahan fisik terhadap perilaku. <p>KP4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan tahapan perkembangan kecerdasan emosi peserta didik. • Mendeskripsikan ciri-ciri perilaku peserta didik yang memiliki kecerdasan emosi tinggi dan rendah. • Menjelaskan proses perkembangan aspek sosial peserta didik. • Mendeskripsikan ciri-ciri perilaku sosial peserta didik antara yang baik dan kurang baik. <p>KP5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menjelaskan tahapan perkembangan aspek moral peserta didik • Mendeskripsikan ciri-ciri moral peserta didik yang tinggi dan rendah • Menjelaskan tahapan perkembangan kecerdasan spiritual peserta didik • Mendeskripsikan ciri-ciri perilaku peserta didik yang memiliki kecerdasan spiritual tinggi dan rendah
<p>1.2 Mengidentifikasi potensi peserta didik dalam mata pelajaran yang diampu.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • menjelaskan manfaat memahami kecerdasan majemuk peserta didik untuk memfasilitasi perkembangan yang optimal; • mengidentifikasi kemampuan intelektual peserta didik; • mengidentifikasi kondisi kesehatan fisik peserta didik. • mengidentifikasi kecerdasan emosi peserta didik. • mengidentifikasi keterampilan perilaku sosial peserta didik. • mengidentifikasi kecerdasan spiritual peserta didik • mengidentifikasi perkembangan moral peserta didik
<p>1.3 Mengidentifikasi bekal-ajar awal peserta didik dalam mata pelajaran yang diampu.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi kemampuan awal peserta didik. • Mengidentifikasi kesulitan belajar peserta didik • Menjelaskan faktor-faktor kesulitan belajar. • Menentukan kegiatan pembelajaran yang kondusif berdasarkan hasil identifikasi kemampuan awal dan kesulitan belajar peserta didik.
<p>1.4 Mengidentifikasi kesulitan belajar peserta didik dalam mata pelajaran yang diampu.</p>	
<p>6.1 Menyediakan berbagai kegiatan pembelajaran untuk mendorong peserta didik mencapai prestasi secara optimal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mendeskripsikan ciri-ciri peserta didik yang memiliki sikap dan kebiasaan belajar yang baik; • Mengidentifikasi sikap dan kebiasaan belajar peserta didik; • menentukan kegiatan pembelajaran yang memfasilitasi perbedaan kemampuan intelektual peserta didik; • menentukan kegiatan pembelajaran yang memfasilitasi peserta didik dengan kesehatan fisik kurang baik.
<p>6.2 Menyediakan berbagai kegiatan pembelajaran untuk mengaktualisasikan potensi peserta didik, termasuk kreativitasnya.</p>	



D. RUANG LINGKUP

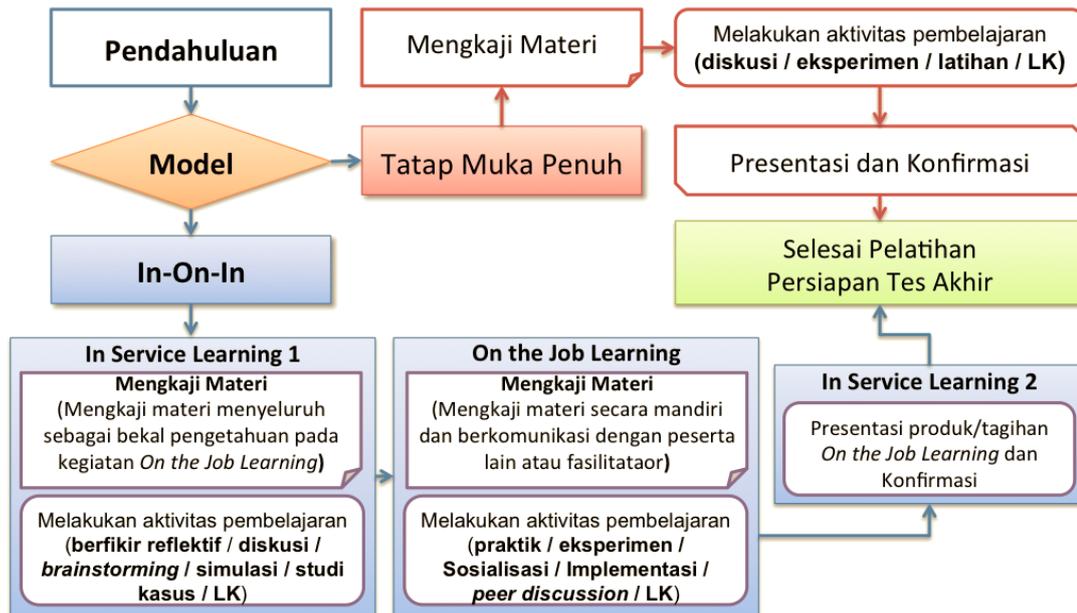
Ruang lingkup materi pada modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi, dan Penutup. Bagian Pendahuluan berisi paparan tentang Latar Belakang modul KK A, Tujuan, Peta Kompetensi yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, Ruang Lingkup, dan Cara Penggunaan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

Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut:

1. Perkembangan Peserta Didik
2. Perkembangan Kemampuan Intelektual
3. Perkembangan Fisik dan Kesehatan
4. Perkembangan Kecerdasan Emosi dan Perkembangan Sosial
5. Perkembangan Moral dan Kecerdasan Spiritual
6. Perkembangan Sikap dan Kebiasaan Belajar
7. Identifikasi Kemampuan Awal dan Kesulitan Belajar

E. CARA PENGGUNAAN MODUL

Secara umum, cara penggunaan modul pada setiap Kegiatan Pembelajaran disesuaikan dengan skenario setiap penyajian mata diklat. Modul ini dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran guru, baik untuk moda tatap muka dengan model tatap muka penuh maupun model tatap muka In-On-In. Alur model pembelajaran secara umum dapat dilihat pada bagan di bawah ini.



Gambar 1. Alur Model Pembelajaran Tatap Muka

1. Deskripsi Kegiatan Diklat Tatap Muka Penuh

Kegiatan pembelajaran diklat tatap muka penuh adalah kegiatan fasilitasi peningkatan kompetensi guru melalui model tatap muka penuh yang dilaksanakan oleh unit pelaksana teknis di lingkungan Ditjen. GTK maupun lembaga diklat lainnya. Kegiatan tatap muka penuh ini dilaksanakan secara terstruktur pada suatu waktu yang di pandu oleh fasilitator. Berikut adalah alur pembelajaran pada diklat tatap muka penuh.



Gambar 2. Alur Pembelajaran Tatap Muka Penuh



Kegiatan pembelajaran tatap muka pada model tatap muka penuh dapat dijelaskan sebagai berikut,

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

Pada kegiatan mengkaji materi modul KK A, fasilitator memberi kesempatan kepada guru sebagai peserta untuk mempelajari materi yang diuraikan sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Guru dapat mempelajari materi secara individual maupun berkelompok dan dapat mengkonfirmasi permasalahan kepada fasilitator. Rangkuman sebagai hasil pengkajian disusun dalam bentuk bagan, peta pikiran, atau bentuk lainnya yang mudah untuk dipelajari ulang. Jika dikerjakan secara berkelompok dan waktu dianggap kurang memadai, setiap kelompok bisa mengkaji satu atau lebih materi Kegiatan Pembelajaran (KP). Jika memungkinkan sebaiknya satu uraian materi KP dikaji oleh minimal dua kelompok agar hasil kajian lebih komprehensif. Kelompok pengaji menyajikan hasil kajian agar kelompok yang tidak mengaji dapat belajar. Kelompok pengaji lain bisa melengkapi informasi untuk mengutuhkannya pemahaman.

c. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu atau instruksi yang dijelaskan pada modul dan dipandu oleh fasilitator. Kegiatan pembelajaran ini menggunakan pendekatan/metode yang memfasilitasi interaksi langsung di kelas antara fasilitator dan peserta melalui berpikir reflektif, curah pendapat,



diskusi simulasi, praktik, dan studi kasus. Kegiatan ini dilaksanakan menggunakan LK yang disusun untuk itu dan memfasilitasi peserta untuk aktif menggali dan mengolah data, menyajikan hasil kegiatan, dan membuat simpulan kegiatan pembelajaran.

d. Presentasi dan Konfirmasi

Pada kegiatan ini peserta melakukan presentasi/ menanggapi hasil kegiatan sedangkan fasilitator melakukan klarifikasi/konfirmasi/ pengayaan terhadap materi dengan melibatkan peserta. Pada bagian ini peserta dan penyaji juga *me-reviu* materi berdasarkan seluruh kegiatan pembelajaran yang telah dilaksanakan. Selanjutnya peserta mengerjakan evaluasi untuk menguji pemahaman dan sebagai persiapan mengikuti tes akhir.

e. Persiapan Tes Akhir

Pada bagian ini fasilitator didampingi oleh panitia menginformasikan tes akhir yang akan diikuti oleh seluruh peserta yang layak tes akhir.

E. 1. Deskripsi Kegiatan Diklat Tatap Muka In-On-In

Kegiatan diklat tatap muka dengan model In-On-In adalah kegiatan fasilitasi peningkatan kompetensi guru yang menggunakan tiga kegiatan utama, yaitu *In Service Learning 1* (In-1), *on the job learning* (On), dan *In Service Learning 2* (In-2). Secara umum, kegiatan pembelajaran diklat tatap muka In-On-In tergambar pada alur berikut ini.



Gambar 3. Alur Pembelajaran Tatap Muka model In-On-In

Kegiatan pembelajaran tatap muka pada model In-On-In dapat dijelaskan sebagai berikut,

a. Pendahuluan

Kegiatan pendahuluan disampaikan pada saat pelaksanaan *In service learning* 1. 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. In Service Learning 1 (In-1)

1) Mengkaji Materi

Pada kegiatan mengkaji materi modul KK A, fasilitator memberi kesempatan kepada guru sebagai peserta untuk mempelajari materi yang diuraikan sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Guru sebagai peserta dapat mempelajari materi secara individual maupun berkelompok dan dapat mengkonfirmasi permasalahan kepada fasilitator. Rangkuman sebagai hasil pengkajian disusun dalam bentuk bagan, peta pikiran, atau bentuk lainnya yang mudah untuk dipelajari ulang. Jika dikerjakan secara berkelompok dan waktu dianggap kurang memadai, setiap kelompok bisa mengkaji satu atau lebih materi Kegiatan Pembelajaran (KP). Jika memungkinkan sebaiknya satu uraian materi KP dikaji oleh minimal dua kelompok agar hasil kajian lebih komprehensif. Kelompok pengaji menyajikan hasil kajian agar kelompok yang tidak mengkaji dapat belajar. Kelompok pengaji lain bisa melengkapi informasi untuk mengutuhkannya pemahaman.

2) Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu atau instruksi yang dijelaskan pada modul dan dipandu oleh fasilitator. Kegiatan pembelajaran pada aktivitas pembelajaran ini menggunakan pendekatan/metode yang memfasilitasi interaksi langsung di kelas pelatihan, melalui metode berfikir reflektif, diskusi, *brainstorming*, simulasi, maupun studi kasus menggunakan Lembar Kerja yang telah disusun sesuai dengan kegiatan pada IN1.

Pada aktivitas pembelajaran ini peserta secara aktif menggali dan mengolah data, menyajikan hasil kegiatan, membuat simpulan, serta mempersiapkan rencana pembelajaran pada *on the job learning*.



c. On the Job Learning (On)

1) Mengkaji Materi

Pada kegiatan mengkaji materi modul KK A, guru sebagai peserta akan mempelajari materi yang telah diuraikan pada *in service learning* 1 (In-1). Guru sebagai peserta dapat membuka dan mempelajari kembali materi sebagai bahan dalam mengerjakan tugas-tugas yang ditagihkan kepada peserta.

2) Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran di sekolah maupun di kelompok kerja berbasis pada rencana yang telah disusun pada In-1 dan sesuai dengan rambu-rambu atau instruksi yang dijelaskan pada modul. Kegiatan pembelajaran pada aktivitas pembelajaran ini akan menggunakan pendekatan/metode praktik, eksperimen, sosialisasi, implementasi, *peer discussion* yang secara langsung dilakukan di sekolah maupun di kelompok kerja melalui tagihan berupa Lembar Kerja yang telah disusun sesuai dengan kegiatan pada On.

Pada aktivitas pembelajaran materi pada On, peserta secara aktif menggali dan mengolah data dengan melakukan pekerjaan dan menyelesaikan tagihan pada *on the job learning*.

d. In Service Learning 2 (IN-2)

Pada kegiatan ini peserta melakukan presentasi produk-produk tagihan On yang akan dibahas bersama dan di konfirmasi oleh fasilitator Peserta dan penyaji juga me-reviu materi berdasarkan seluruh kegiatan pembelajaran.

e. Persiapan Tes Akhir

Pada bagian ini fasilitator didampingi oleh panitia menginformasikan tes akhir yang akan diikuti oleh seluruh peserta yang layak tes akhir.



E. 2. Lembar Kerja

Modul pengembangan keprofesian berkelanjutan KK A terdiri dari beberapa kegiatan pembelajaran yang didalamnya terdapat aktivitas-aktivitas pembelajaran sebagai pendalaman dan penguatan pemahaman materi yang dipelajari.

Berikut adalah lembar kerja dalam modul yang akan digunakan peserta dengan informasi waktu penggunaannya.

Tabel 1. Daftar Lembar Kerja Modul

No	Kode LK	Nama LK	Keterangan
1.	LK.01.	Perkembangan Peserta Didik	TM, IN1, ON
2.	LK.02.	Perkebangan Kemampuan Intelektual	TM, IN1, ON
3.	LK.03.	Perkembangan Fisik dan Kesehatan	TM, ON
4.	LK.04.	Perkembangan Kecerdasan Emosi dan Perkembangan Sosial	TM, ON
5.	LK.05.	Perkembangan Moral dan Kecerdasan Spiritual	TM, ON
6.	LK.06.	Perkembangan Sikap dan Kebiasaan Belajar	TM, ON
7.	LK.07.	Identifikasi Kemampuan Awal dan Kesulitan Belajar	TM, ON

Keterangan.

TM : Digunakan pada Tatap Muka Penuh

IN1 : Digunakan pada In service learning 1

ON : Digunakan pada on the job learning

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

PERKEMBANGAN PESERTA DIDIK

Tugas utama guru dalam pembelajaran adalah mengantarkan peserta didik pada prestasi terbaik sesuai dengan potensinya. Informasi mengenai karakteristik peserta didik dalam berbagai aspek sangat penting karena menjadi satu acuan dalam menentukan kedalaman dan keluasan materi serta pembelajarannya sehingga sesuai dengan perkembangan peserta didik. Jadi guru perlu termotivasi dan bekerja keras untuk mengidentifikasi karakteristik tersebut agar dapat secara kreatif memfasilitasinya melalui pembelajaran.

A. Tujuan

Setelah melaksanakan pembelajaran dalam modul ini, Anda diharapkan dapat memahami konsep perkembangan perilaku dan pribadi peserta didik, tahapan, dan prinsip-prinsipnya.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menjelaskan perkembangan peserta didik pada usia remaja.
2. Menjelaskan keragaman karakteristik peserta didik dan faktor-faktor penyebabnya.
3. Menjelaskan implikasi prinsip-prinsip perkembangan perilaku dan pribadi peserta didik terhadap pendidikan.
4. Menjelaskan tugas-tugas perkembangan remaja.
5. Mengidentifikasi informasi yang diperlukan untuk membuat profil karakteristik peserta didik secara komprehensif.
6. Menentukan kegiatan untuk memfasilitasi variasi perkembangan peserta didik.



C. Uraian Materi

1. Perkembangan peserta didik

Pertumbuhan dan perkembangan adalah dua istilah yang berbeda tetapi tidak berdiri sendiri. Pertumbuhan berkaitan dengan perubahan alamiah secara kuantitatif yang menyangkut peningkatan ukuran dan struktur biologis. Menurut Libert, Paulus, dan Strauss (Sunarto dan Hartono, 2002: 39) bahwa perkembangan adalah proses perubahan dalam pertumbuhan pada suatu waktu sebagai fungsi kematangan dan interaksinya dengan lingkungan. Dengan demikian pada batas-batas tertentu perkembangan dapat dipercepat melalui proses belajar.

2. Keragaman Karakteristik Individual Peserta didik

Peserta didik yang melakukan kegiatan belajar atau proses pendidikan adalah individu. Karena itu dalam proses dan kegiatan belajar peserta didik tidak bisa dilepaskan dari karakteristik, kemampuan dan perilaku individualnya. Menurut Makmun (2009:53) keragaman karakteristik peserta didik yang paling penting dipahami oleh guru adalah keragaman dalam kecakapan (*ability*) dan kepribadian. Keragaman individual terjadi karena adanya interelasi dan interdependensi antara faktor pembawaan faktor lingkungan dan kematangan (siapa berfungsinya aspek-aspek psikofisik individu).

3. Perkembangan Masa Remaja

Masa remaja merupakan periode yang penting, yaitu perubahan-perubahan yang dialami masa remaja akan memberikan dampak langsung pada individu dan akan mempengaruhi periode selanjutnya. Perkembangan fisik dan mental yang cepat menuntut remaja untuk menyesuaikan diri dengan perubahan tersebut dan membentuk perilaku, nilai, dan sikap baru. Menurut Konopka dalam (Yusuf, 2006:7) bahwa masa remaja merupakan segmen kehidupan yang penting dalam siklus perkembangan peserta didik, dan merupakan masa transisi (dari masa kanak-kanak ke masa dewasa yang diarahkan kepada perkembangan masa dewasa yang sehat).

Masa remaja menurut Mappiare (Ali M dan Asrori, 2014:9) dibagi menjadi masa remaja awal; yaitu usia 12/13 sampai 17/18 tahun, dan remaja akhir yaitu 17/18 tahun sampai 21/22 tahun. Selanjutnya Santrock (2012:20-21)



bahwa masa remaja awal (early adolescence) kurang lebih berlangsung pada usia menengah pertama atau menengah akhir.

Menurut Erickson (Santrock, 2012:87) masa remaja merupakan masa berkembangnya *self-identity* (kesadaran akan identitas diri). Remaja harus memutuskan siapakah dirinya, apa keunikannya, apa tujuan hidupnya. Bila remaja berhasil menemukan jati dirinya, maka akan memiliki kepribadian yang sehat. Sebaliknya apabila gagal mengatasi krisis identitas, maka akan mengalami kebingungan (*confusion*) sehingga cenderung memiliki kepribadian yang tidak sehat (*maladjustment*).

4. Tugas-tugas Perkembangan Peserta Didik

Menurut Havigurst (Hurlock, 2013:9) tugas-tugas perkembangan adalah tugas yang muncul pada saat atau sekitar suatu periode tertentu dari kehidupan individu. Tugas-tugas perkembangan remaja adalah sebagai berikut:

- a. mencapai hubungan-hubungan yang baru dan lebih matang dengan teman-teman sebaya dari kedua jenis;
- b. mencapai suatu peranan sosial sebagai pria dan wanita;
- c. menerima dan menggunakan fisik secara efektif;
- d. mencapai kebebasan emosional dari orangtua dan orang lainnya;
- e. mencapai kebebasan keterjaminan ekonomi;
- f. memilih dan mempersiapkan diri untuk suatu pekerjaan/jabatan;
- g. mempersiapkan diri untuk persiapan pernikahan dan berkeluarga;
- h. mengembangkan konsep-konsep dan keterampilan intelektual yang diperlukan sebagai warga negara yang kompeten;
- i. secara sosial menghendaki dan mencapai kemampuan bertindak secara bertanggung jawab;
- j. Mempelajari dan mengembangkan seperangkat sistem nilai-nilai dan etika sebagai pegangan untuk bertindak.

5. Identifikasi Keragaman Karakteristik Peserta didik

Keragaman karakteristik peserta didik yang paling penting dipahami oleh guru adalah keragaman dalam kecakapan (*ability*) dan kepribadian. Guru dapat mengidentifikasinya, antara lain melalui:

- a. pengamatan, guru mengamati perilaku peserta didik pada saat KBM dengan menggunakan pedoman pengamatan, dan pengamatan insidental;



- b. wawancara, angket atau inventori, dan studi dokumentasi;
- c. bekerja sama dengan wali kelas dan guru BK;
- d. informasi dari rekan guru dan orangtua serta teman-teman peserta didik.

6. Implementasi dalam Pembelajaran

Dalam pembelajaran guru harus memperhatikan tahap dan tugas-tugas perkembangan serta keragaman karakteristik individu diantaranya yaitu:

- a. menyusun RPP yang sesuai dengan tahap dan tugas perkembangan peserta didik pada masa remaja;
- b. guru perlu merancang strategi pembelajaran yang sesuai dengan keragaman karakteristik peserta didik, dan menciptakan iklim belajar mengajar yang kondusif agar setiap individu dapat belajar secara optimal;
- c. adanya perbedaan dalam kecepatan perkembangan, maka dalam pembelajaran perlu adanya pendekatan individualitas disamping kelompok;
- d. guru memberi motivasi kepada setiap peserta didik agar melakukan apa yang diharapkan dari mereka oleh kelompok sosial pada masa remaja.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Perkembangan Peserta Didik

LK 01 Profil Karakteristik Peserta Didik

Petunjuk Kegiatan

1. Bekerjasamalah dalam kelompok dan diskusikan informasi yang diperlukan untuk membuat profil karakteristik peserta didik secara komprehensif
2. Identifikasi secara cermat alternatif kegiatan untuk memfasilitasi variasi perkembangan peserta didik secara kreatif dan presentasikan hasil kegiatan secara percaya diri.

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Sangat penting bagi guru memahami tahapan dan tugas perkembangan peserta didik, jelaskan apa manfaat pemahaman tersebut!
2. Jelaskan 3 aspek perkembangan masa remaja dengan ciri-cirinya!
3. Sangat penting bagi guru memahami karakteristik individual kemampuan dan perilaku peserta didik, jelaskan implikasinya terhadap pembelajaran!



F. Rangkuman

1. Peserta didik adalah individu yang unik yang memiliki potensi, kecakapan dan karakteristik pribadi. Karena itu dalam proses dan kegiatan belajar peserta didik tidak bisa dilepaskan dari karakteristik individualnya.
2. Remaja merupakan segmen kehidupan yang penting dalam siklus perkembangan peserta didik, dan merupakan masa transisi (dari masa kanak-kanak ke masa dewasa) yang diarahkan kepada perkembangan masa dewasa yang sehat. Menurut Erickson masa remaja merupakan masa berkembangnya identitas diri (*self-identity*).
3. Pemahaman tahap dan tugas perkembangan dapat digunakan oleh pendidik dalam menentukan apa yang harus diberikan kepada peserta didik pada masa-masa tertentu, dan bagaimana caranya mengajar atau menyajikan pengalaman belajar kepada peserta didik pada masa-masa tertentu

G. Umpan Balik

Setelah menyelesaikan latihan dan tugas dalam modul, lakukanlah uji diri secara cermat sebelum melanjutkan ke topik berikutnya, Perkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci jawaban. Jika melebihi 85%, silakan lanjutkan, namun jika kurang dari itu, sebaiknya pelajari ulang. Agar lebih percaya diri Anda dianjurkan secara sungguh-sungguh dan disiplin menambah wawasan misalnya tentang keragaman perkembangan karakteristik peserta didik, cara mengidentifikasinya, dan alternatif kegiatan untuk memfasilitasi keragaman tersebut.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

PERKEMBANGAN KEMAMPUAN INTELEKTUAL

Informasi mengenai karakteristik peserta didik dalam aspek intelektual menjadi satu acuan dalam menentukan materi dan pembelajarannya. Guru dapat mengeksplorasi secara kreatif berbagai aspek pembelajaran untuk fasilitasi peserta didik agar sesuai dengan perkembangan peserta didik termasuk kecerdasan majemuk, gaya belajar, dan integrasi nilai-nilai PPK.

A. Tujuan

Setelah melaksanakan pembelajaran, Anda diharapkan dapat memahami konsep intelegensi, ciri-ciri dan tahapan perkembangan intelektual; cara mengidentifikasi perkembangan kemampuan intelektual; dan menentukan pembelajaran yang memfasilitasi perkembangan kemampuan intelektual dan kreativitas peserta didik.

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

1. menjelaskan tahapan perkembangan kognitif peserta didik;
2. mengidentifikasi kemampuan intelektual peserta didik;
3. menentukan kegiatan pembelajaran yang memfasilitasi perbedaan kemampuan intelektual peserta didik;
4. menjelaskan manfaat memahami kecerdasan majemuk peserta didik untuk memfasilitasi perkembangan yang optimal;
5. menjelaskan cara mengimplementasikan kecerdasan majemuk dalam pembelajaran;
6. menjelaskan cara mengembangkan kreativitas melalui pembelajaran.



C. Uraian Materi

1. Kemampuan Intelektual

Kecerdasan umum (*general intelligence*) atau kemampuan intelektual merupakan kemampuan mental umum yang mendasari kemampuannya untuk mengatasi kerumitan kognitif (Gunawan, 2006: 218). Kemampuan umum dikaitkan dengan kemampuan untuk pemecahan masalah, berpikir abstrak, keahlian dalam pembelajaran. Seseorang yang memiliki kemampuan intelektual atau intelegensi yang tinggi akan bertindak efisien dan efektif dalam memecahkan segala persoalan hidupnya (Syaodih, 2007:256). Kemampuan intelektual merupakan potensi bawaan (*potensial ability*), namun beberapa penelitian menunjukkan dalam perkembangannya dipengaruhi oleh kualitas lingkungan.

2. Karakteristik Perkembangan Kognitif Peserta Didik

Tahap perkembangan berpikir pada masa remaja menurut Piaget (Santrock, 2012:56) berada pada tahap berpikir operasional formal. Tahap ini ditandai oleh kemampuan berpikir abstrak, Idealistik, dan berpikir lebih logis seperti menyusun rencana dan memecahkan masalah. Tipe pemikiran logis ini disebut juga pemikiran deduktif hipotesis (*hypothetical-deductive-reasoning*).

Anak usia SMA berada pada fase formal operasional, namun banyak peserta didik kemampuan berpikir abstraknya masih terbatas (Santrock, 2012:57).. Sedangkan kemampuan intelektualnya mengalami perkembangan yang paling pesat (terutama bagi remaja yang bersekolah), dan bakat (*aptitude*) mulai menunjukkan kecenderungan-kecenderungan secara lebih jelas.

3. Kecerdasan Majemuk

Menurut Gardner (Syaodih, 2011:95) :tingkat inteligensi atau IQ bukan satu-satunya yang dapat meramalkan keberhasilan seseorang tetapi ada kecerdasan dalam spektrum yang lebih luas yaitu kecerdasan majemuk (*multiple intelligent*). Setiap anak memiliki kecenderungan dari delapan kecerdasan, meskipun memiliki tingkat penguasaan yang berbeda yaitu:

- a. Kecerdasan bahasa (*verbal-linguistic intelligence*), kecakapan berpikir melalui kata-kata, menggunakan bahasa untuk menyatakan dan memaknai arti yang kompleks



- b. Kecerdasan matematika – logis (logical-mathematical intelligence), kecakapan untuk menyelesaikan operasi
- c. Kecerdasan spasial–visual (visual-spatial intelligence), kecakapan berpikir dalam ruang tiga dimensi
- d. Kecerdasan kinestetis atau gerakan fisik (kinesthetic intelligence). Kecakapan melakukan gerakan dan keterampilan-kecekatan fisik
- e. Kecerdasan musik (musical intelligence). Kecakapan untuk menghasilkan dan menghargai musik, sensitivitas terhadap melodi, ritme, nada, tangga nada,
- f. Kecerdasan hubungan sosial (interpersonal intelligence). Kecakapan memahami dan merespon serta berinteraksi dengan orang lain secara efektif
- g. Kecerdasan intrapersonal (intrapersonal intelligence). Kecakapan memahami diri dan menata kehidupannya sendiri
- h. Kecerdasan naturalis hakekatnya adalah kecakapan manusia untuk mengenali tanaman, hewan dan bagian lain dari alam semesta.
- i. Konsep kecerdasan majemuk bukanlah hal baru, ahli-ahli lain menyebutnya sebagai bakat atau *aptitude*.

4. Kreativitas

Setiap orang memiliki potensi kreatif meskipun dalam derajat yang berbeda (DePorter, 2001:293). Kreativitas mengarah ke penciptaan sesuatu yang baru, berbeda, unik, baik itu berbentuk lisan, tulisan, maupun konkret atau abstrak dan kreativitas timbul dari pemikiran divergen (Hurlock, 1978:5). Berpikir divergen mempertimbangkan beberapa jawaban yang mungkin ada untuk suatu masalah. Sedangkan De Bono (1991:8) menyebutnya berpikir lateral, pola berpikir lateral selalu berkaitan dengan ide-ide baru, maka nampak erat kaitannya dengan pola berpikir kreatif. Menurut Hurlock (2013:4) bahwa orang yang kreatif tidak selalu memiliki inteligensi yang tinggi, kadang-kadang ditemukan orang yang memiliki bakat kreatifnya tinggi tetapi tingkat kecerdasannya rendah, dan tidak semua orang yang tingkat kecerdasannya tinggi adalah pencipta.

a. Karakteristik Kreativitas

Beberapa ahli psikologi mengemukakan karakteristik kreativitas, menurut Utami Munandar (Ali M dan Asrori, 2014:52) mengemukakan ciri-ciri kreativitas, diantaranya (1) Senang mencari pengalaman baru; (2) Memiliki



keasyikan dalam mengerjakan tugas-tugas sulit; (3) Memiliki inisiatif; (4) Sangat tekun; (4) Cenderung bersikap kritis terhadap orang lain; (6) Berani menyatakan pendapat dan keyakinannya; (7) Selalu ingin tahu; (8) Pekak atau perasa; (9) Enerjik dan ulet; (10) Menyenangi tugas-tugas yang majemuk; (11) Percaya diri; (12) Memiliki rasa humor; (13) Memiliki rasa keindahan; (14) Berwawasan masa depan dan penuh imajinasi. .

b. Tahap-Tahap Kreativitas

Keberhasilan orang-orang kreatif dalam mencapai ide, gagasan, pemecahan, cara kerja, karya baru menurut Wallas (Ali M dan Asrori, 2014:51) biasanya melewati beberapa tahapan sebagai berikut ini.

- 1) Persiapan meletakkan dasar. Mempelajari latar belakang masalah, seluk beluk dan problematikanya.
- 2) Inkubasi: mengambil waktu untuk meninggalkan masalah, istirahat, santai
- 3) Iluminasi (*illumination*) atau *insight*: tahap mendapatkan ide, gagasan, pemecahan, penyelesaian, cara kerja, jawaban baru.
- 4) Verifikasi/produksi (*verification/production*): menghadapi dan memecahkan masalah-masalah praktis, sehubungan dengan perwujudan ide, gagasan, pemecahan, penyelesaian, cara kerja, jawaban baru.

c. Kreativitas Remaja

Perkembangan kreativitas berkaitan erat dengan perkembangan kognitif (Ali M dan Asrori, 2014:47. Remaja berada pada tahap operasional formal, sehingga pada masa remaja merupakan tahap yang sangat potensial untuk mengembangkan kreativitas. Orangtua dan guru mempunyai peranan yang penting dalam mengembangkan kreativitas, antara lain cara mendidik yang demokratis dan permisif, menyediakan sarana dan prasarana yang memadai serta mengutamakan proses daripada hasil.



5. Cara Mengidentifikasi Kecerdasan Peserta Didik

a. Pengamatan

Menurut Makmun (2009:56) guru dapat menandai kecerdasan umum peserta didik dengan cara membandingkan dengan peserta didik lainnya di dalam kelas.

- 1) Peserta didik yang cenderung selalu lebih cepat dan mudah memahami materi pelajaran dan menyelesaikan tugasnya, dibandingkan dengan teman-temannya, lebih awal dari waktu yang telah ditetapkan (*accelarated learning*)
- 2) Peserta didik yang cenderung selalu mencapai hasil rata-rata saja dan hanya dapat menyelesaikan tugasnya sesuai batas waktu yang ditetapkan dibandingkan dengan teman-temannya. (*average student*)
- 3) Peserta didik yang cenderung selalu memiliki kesulitan dalam memahami materi pelajaran, mencapai hasil yang lebih rendah dari teman-temannya, dan hampir selalu tidak dapat menyelesaikan tugas pekerjaannya sesuai batas waktu yang ditetapkan, (*slow learners*).

Meskipun hasil melalui pengamatan ini hanya bersifat tentatif akan tetapi dapat memberi kontribusi kepada guru untuk melakukan penyesuaian yang memadai terhadap kondisi objektif peserta didiknya.

b. Analisis Produk

Produk yang dianalisis adalah Hasil Ulangan/Tes. dan tugas, wawancara, dokumentasi berupa data prestasi belajar, sikap perilaku peserta didik, hasil psikotes bila ada dsb.

Cara-cara identifikasi tersebut dapat digunakan untuk mengidentifikasi kecerdasan majemuk dan bakat (tetapi dilakukan pada bidang studi/keterampilan tertentu), serta kreativitas. Cara-cara identifikasi tersebut di atas dapat saling melengkapi untuk mendapatkan informasi yang komprehensif mengenai potensi peserta didik.

6. Implikasi terhadap Pembelajaran

Berikut ini adalah hal yang dapat dilakukan guru.

- a. Rancang pembelajaran yang sesuai dengan keragaman dalam kemampuan Intelektual, kecerdasan majemuk, kemampuan kognitif, dan



kreativitas agar tercapai prestasi terbaiknya sesuai dengan potensinya, termasuk pertimbangan pemikir operasional konkret yang mungkin masih ada di kelas Anda.

- b. Rancang pembelajaran untuk mengembangkan kemampuan berpikir dan kreativitas.
- c. Ciptakan iklim belajar-mengajar yang kondusif untuk memfasilitasi perkembangan pribadi peserta didik secara optimal.
- d. Berikan layanan individual disamping kelompok kepada peserta didik yang sangat cerdas atau yang lambat belajar.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Perkembangan Kemampuan Intelektual

LK 02: Analisis Kasus Perkembangan Kemampuan Intelektual

Petunjuk Kegiatan

1. Bekerjasamalah dalam kelompok dan lakukanlah curah pendapat secara sopan dan empati mengenai kasus pengembangan kemampuan intelektual peserta didik yang terjadi di kelas peserta diklat. Pastikan kasus tersebut termasuk dalam lingkup kajian yang sedang dibahas.
2. Pilihlah satu kasus melalui musyawarah, identifikasi masalahnya secara cermat, usulkan alternatif solusi yang tepat dan kreatif dan presentasikan hasil kegiatan secara percaya diri.

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Jelaskan cara mengembangkan berpikir kreatif melalui pembelajaran!
2. Peserta didik SMA berada pada tahap perkembangan formal operasional, namun masih banyak peserta didik yang kemampuan berpikirnya abstraknya terbatas, karena masih melakukan konsolidasi terhadap kemampuan operasional konkret. Sebagai guru apa yang akan bapak/ibu lakukan?
3. Kerjakanlah kasus di kelas yang diasuh Bu Aisah identifikasi masalahnya, dan usulkan alternatif tindakan untuk membimbing anak tersebut. Bekerjalah dalam kelompok dan presentasikan hasilnya.

Berikut adalah kasus beberapa anak asuh Bu Aisyah yang sedang ditangani: 1) mencapai KKM melalui remedial dengan nilai di batas KKM, 2) rentang IQ normal bawah; 3) persepsi terhadap mata pelajaran Kimia kurang tepat karena menganggapnya sulit; 4) memiliki konsep diri yang negatif



terhadap mata pelajaran IPA karena berpikir tidak akan mampu menguasainya; 5) umumnya dapat mengerjakan tugas jika mendapat pendampingan yang intensif.

F. Rangkuman

1. Intelegensi atau kemampuan intelektual adalah kemampuan mental umum yang mendasari kemampuannya untuk mengatasi kerumitan kognitif.
2. Tahap perkembangan berpikir pada masa remaja menurut Piaget berada pada tahap berpikir operasional formal, remaja bernalar lebih abstrak, idealis dan lebih logis. Tipe pemikiran logis ini disebut juga penalaran deduktif-hipotetis
3. Anak usia SMA berada pada fase formal operasional, namun banyak peserta didik kemampuan berpikir abstraknya masih terbatas. Sedangkan kemampuan intelektual mengalami perkembangan yang paling pesat
4. Teori kecerdasan majemuk dari Howard Gardner yaitu kecerdasan linguistik, matematik-logis, visual-spasial, musikal, kinestetis, interpersonal, intrapersonal, naturalis,
5. Kreativitas mengarah ke penciptaan sesuatu yang baru, berbeda, dan unik yang timbul dari pemikiran divergen.

G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Lakukan uji diri secara cermat seperti dijelaskan pada pembelajaran ke-1. Anda dianjurkan bekerja keras menggunakan kasus kelas Anda dan susunlah alternatif solusi secara kreatif untuk peserta didik yang teridentifikasi mengalami kendala. Anda dianjurkan juga untuk mempelajari secara bersungguh-sungguh metodologi pembelajaran yang sesuai untuk mengembangkan kemampuan intelektual yang beragam ternasuk mengintegrasikan nilai-nilai PPK. Cara ini diharapkan dapat menambah wawasan dan percaya diri.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

PERKEMBANGAN FISIK DAN KESEHATAN

Perkembangan fisik penting dipelajari, karena akan mempengaruhi perilaku remaja sehari-hari. Pengaruh perkembangan fisik secara langsung menentukan keterampilannya dalam bergerak, sedangkan secara tidak langsung pertumbuhan dan perkembangan fisik akan mempengaruhi remaja dalam memandang dirinya sendiri dan memandang orang lain. Hal ini akan tercermin dari pola penyesuaian diri remaja secara umum.

A. Tujuan

Setelah melaksanakan pembelajaran, Anda diharapkan dapat memahami ciri-ciri perkembangan fisik remaja dan ciri-ciri remaja yang sehat secara fisik, mengidentifikasi kondisi kesehatan fisik peserta didik, dan menentukan pembelajaran yang memfasilitasi peserta didik yang memiliki karakteristik fisik tertentu.

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

1. Mendeskripsikan ciri-ciri perkembangan fisik remaja.
2. Mendeskripsikan ciri-ciri remaja yang sehat secara fisik.
3. Menjelaskan dampak perubahan fisik terhadap perilaku.
4. Mengidentifikasi kondisi kesehatan fisik peserta didik.
5. Menentukan kegiatan pembelajaran yang memfasilitasi peserta didik dengan kesehatan fisik kurang baik.

C. Uraian Materi

Pemahaman pendidik terhadap kondisi fisik peserta didik sangat penting, karena dalam kegiatan belajar tidak hanya melibatkan proses mental saja, akan tetapi



melibatkan kegiatan fisik. Menurut Makmun (2009:95) normalitas dari konstitusi, struktur, dan kondisi jasmaniah seorang anak akan mempengaruhi normalitas kepribadiannya, khususnya yang berkaitan dengan masalah citra diri (*body-image*), konsep diri (*self-concept*), dan *harga diri* (*self-esteem*). Selain itu terlalu cepat atau keterlambatan dalam mencapai kematangan pertumbuhan fisik dan kesehatan juga akan menimbulkan permasalahan terhadap sikap dan perilaku peserta didik pada umumnya, dan khususnya pada kegiatan belajar.

1. Perkembangan Fisik remaja Awal

Masa remaja adalah masa yang begitu penting dalam hidup manusia, karena masa tersebut terjadi proses awal kematangan organ reproduksi manusia yang disebut sebagai masa pubertas. Matangnya organ reproduksi memungkinkan remaja pria mengalami mimpi basah dan remaja wanita mengalami haid pertama atau *menarche* (Yusuf, 2006:7). Pubertas tidak sama dengan masa remaja, akan tetapi pubertas merupakan awal yang penting yang menandai masa remaja. Masa remaja awal (*early.adolescence*) berlangsung di masa SMP atau SMA, dan perubahan pubertas terbanyak terjadi pada masa ini (Sanrock, 2012:20). Selanjutnya Hurlock (2003:188) menyatakan bahwa pubertas adalah suatu periode dimana terjadi pertumbuhan yang cepat dan perubahan proporsi tubuh yang mencolok.

2. Ciri-ciri Perkembangan Fisik Remaja dan Keanekaragaman

Proporsi Tubuh

Selama masa remaja terjadi perubahan-perubahan pada seluruh tubuh, baik bagian dalam maupun bagian luar tubuh, baik perubahan struktur tubuh maupun fungsinya. Faktanya hampir semua bagian tubuh perubahannya mengikuti irama yang tetap, sehingga waktu terjadinya dapat diperkirakan sebelumnya. Perubahan tersebut nampak jelas pada masa remaja awal.

Perubahan-perubahan fisik yang penting dan yang terjadi pada masa remaja menurut Sunarto (2002:82) adalah (1) perubahan ukuran tubuh; (2) tubuh yang kurang proporsional; (3) ciri kelamin primer; (4) ciri kelamin sekunder. Perbedaan proporsi tubuh di antara remaja disebabkan percepatan pertumbuhan dan proses kematangan seksual.



3. Dampak Perubahan Fisik

Perubahan fisik pada masa remaja berpengaruh terhadap keadaan fisik dan psikologis remaja, diantaranya terhadap aspek emosional, sosial maupun kepribadian. Hal ini akan memberikan pengaruh terhadap karakteristik sikap dan perilaku remaja.: Menurut Ridwan (2004: 118-119) beberapa pengaruh perubahan fisik terhadap sikap dan perilaku, yaitu :

- a. Ingin menyendiri. Remaja mulai menarik diri dari teman-temannya dan dari berbagai kegiatan keluarga.
- b. Bosan. Remaja mulai bosan dengan permainan yang sebelumnya amat digemari, bosan dengan tugas-tugas sekolah, kegiatan-kegiatan sosial dan kehidupan pada umumnya.
- c. Inkoordinasi. Pertumbuhan pesat dan tidak seimbang mempengaruhi pada koordinasi gerakan. remaja merasa canggung dan janggal selama beberapa waktu.
- d. Antagonisme Sosial. Remaja seringkali tidak mau bekerja sama, sering membantah dan menentang, bermusuhan antara dua jenis kelamin.
- e. Emosi yang meninggi. Kemurungan, merajuk, ledakan amarah dan kecenderungan untuk menangis.
- f. Hilangnya kepercayaan diri. Remaja banyak yang mengalami rendah diri karena kritik yang bertubi-tubi datang dari orang tuanya
- g. Terlalu Sederhana Remaja berpenampilan sangat sederhana karena takut orang lain akan memperhatikan perubahan tubuhnya dan memberi komentar yang buruk.

4. Cara Mengidentifikasi Pertumbuhan Fisik dan Kesehatan Fisik

Peserta Didik

Cara mengidentifikasi kondisi dan kesehatan fisik peserta didik di dalam kegiatan belajar mengajar sama dengan cara identifikasi pada materi pembelajaran 2.

5. Implikasi dalam Pembelajaran

Normalitas jasmaniah, keterlambatan, atau terlalu cepatnya dalam mencapai kematangan dalam pertumbuhan fisik serta kesehatan dapat menimbulkan permasalahan terhadap sikap dan perilaku peserta didik pada umumnya dan pada kegiatan belajar khususnya. Berikut ini hal yang dapat dilakukan guru.



- Miliki data kondisi fisik dan kesehatan setiap peserta didik, dan memperhatikan kesehatan peserta didik pada awal pembelajaran..
- Beri perhatian khusus kepada peserta didik yang mengalami gangguan panca indera
- Miliki pemahaman yang empatik kepada peserta didik yang memiliki penyakit kronis/bawaan dan tubuh kurang normal seperti cacat fisik.
- Kerja sama dengan guru BK, wali kelas, dan orangtua, serta dengan tenaga ahli (dokter dan psikolog) jika diperlukan penanganan khusus.
- Bimbing peserta didik untuk mensyukuri keadaan fisiknya dan bagaimana memelihara kesehatan serta menggunakan tubuhnya secara efektif.



Gambar 3.1 Pembelajaran untuk Pengembangan Fisik dan Kesehatan

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Perkembangan Fisik dan Kesehatan

LK 03: Analisis Kasus Perkembangan Fisik dan Kesehatan

Petunjuk Kegiatan

- Bekerjsamalah dalam kelompok, lakukanlah curah pendapat secara sopan dan empati mengenai kasus perkembangan fisik dan kesehatan remaja yang terjadi di kelas peserta diklat. Pastikan kasus tersebut termasuk dalam lingkup kajian yang dibahas.
- Pilihlah satu kasus melalui musyawarah, , usulkan alternatif solusi yang tepat dan kreatif dan presentasikan hasil kegiatan secara percaya diri dan kreatif.



E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Perubahan fisik yang terjadi pada masa remaja terjadi sangat mencolok dan jelas sehingga dapat mengganggu keseimbangan yang sebelumnya terbentuk, hal ini sering menimbulkan emosi yang meninggi, jelaskan?
2. Mengapa guru harus memiliki pemahaman empatik dan perhatian kepada peserta didik, terutama pada anak yang memiliki kelemahan, kecacatan, atau memiliki penyakit yang kronis?
3. Kerjakanlah kasus yang ditangani Bu Milati, identifikasi gejala, dan masalahnya serta usulkan alternatif solusi untuk itu. Bekerjalah dalam kelompok dan presentasikan hasilnya.

Bu Milati adalah guru dan sedang menyusun program untuk menangani beberapa peserta didik perempuan asuhannya di kelas X yang sering sakit kepala, kejang, sakit perut Kimia yang kadang-kadang sampai muntah dan pingsan saat mereka sedang menstruasi. Disamping itu mereka cenderung lebih suka menyendiri dan mudah marah. Informasi yang berhasil dikumpulkannya diperoleh dari peserta didik, teman-teman dekatnya, guru BK, dan sejawat guru. Dari hasil wawancara dengan peserta didik diketahui mereka sering merasa lelah, tertekan, dan nafsu makan yang menurun. Gejala-gejala seperti ini baru mereka rasakan sejak mulai menstruasi.

F. Rangkuman

1. Perkembangan fisik berpengaruh kepada perkembangan kepribadian,, khususnya yang berkaitan dengan masalah citra diri (*body-image*) konsep diri (*self-concept*), harga diri (*self-esteem*).
2. Pada masa remaja terjadi proses awal kematangan organ reproduksi manusia yang disebut sebagai masa pubertas. Pubertas merupakan awal yang penting yang menandai masa remaja. Pada masa pubertas terjadi pertumbuhan fisik yang cepat dan perubahan proporsi tubuh yang mencolok.
3. Ciri-ciri perkembangan tubuh remaja yaitu, perubahan ukuran tubuh, proporsi tubuh yang kurang proporsional, ciri-ciri kelamin primer dan sekunder.
4. Pengaruh perubahan fisik terhadap sikap dan perilaku peserta didik diantaranya ingin menyendiri, bosan, inkoordinasi, antagonisme sosial, emosi yang meninggi, hilangnya kepercayaan diri, terlalu sederhana.



G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Lakukan uji diri secara jujur dan cermat seperti yang dijelaskan pada pembelajaran ke-1. Sebaiknya Anda termotivasi bekerja keras menggunakan kasus di kelas yang diampu sebagai latihan. Agar lebih percaya diri, dianjurkan pula mempelajari pengembangan aspek-aspek perkembangan fisik yang berpengaruh terhadap kepribadian khususnya imej fisik (*body-image*), konsep diri (*selfconcept*), *self-esteem*, dan harga diri. Penanganan kematangan pertumbuhan fisik dan kesehatan yang terlalu cepat atau lambat sebaiknya diperdalam agar bisa ditangani secara tepat dan kreatif sehingga tidak sampai menimbulkan masalah sikap, perilaku, dan pembelajaran.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

KECERDASAN EMOSI DAN PERKEMBANGAN ASPEK SOSIAL

Menurut Gardner, untuk meraih sukses diperlukan kecerdasan dalam spektrum yang luas yaitu kecerdasan majemuk diantaranya kecerdasan intrapersonal yang sudah menyentuh aspek emosional. Manusia adalah makhluk sosial, tetapi sifat-sifat sosial tidak dibawa sejak lahir. Sifat-sifat sosial diperoleh melalui proses belajar melalui interaksi dengan lingkungan sosial. Belajar menjadi pribadi sosial tidak diperoleh dalam waktu singkat tetapi melalui kerja keras, disiplin, dan pantang menyerah. Berdasarkan karakteristik materinya, pembelajaran topik ini sekaligus membelajarkan banyak nilai PPK dalam lima dimensi.

A. Tujuan

Setelah melaksanakan pembelajaran, Anda diharapkan dapat memahami konsep perkembangan aspek sosial dan kecerdasan emosi; identifikasi perkembangan kecerdasan emosi dan keterampilan perilaku sosial; serta implementasinya dalam pembelajaran.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menjelaskan tahapan perkembangan kecerdasan emosi peserta didik.
2. Mendeskripsikan ciri-ciri perilaku peserta didik yang memiliki kecerdasan emosi tinggi dan rendah.
3. Mengidentifikasi kecerdasan emosi peserta didik.
4. Menjelaskan proses perkembangan aspek sosial peserta didik.
5. Mendeskripsikan ciri-ciri perilaku sosial peserta didik antara yang berperilaku sosial baik dan kurang baik.
6. Mengidentifikasi keterampilan perilaku sosial peserta didik.
7. Menentukan kegiatan pembelajaran yang memfasilitasi pengembangan kecerdasan emosi dan keterampilan sosial peserta didik.



C. Uraian Materi

1. Perkembangan Emosi

Emosi dapat didefinisikan sebagai suatu suasana yang kompleks dan getaran jiwa yang menyertai atau muncul sebelum/sesudah terjadinya perilaku (Makmun, 2009:114). Emosi tidak hanya melibatkan perasaan dan pikiran, aspek biologis dan psikologis, namun disertai serangkaian tindakan. Menurut Hurlock (2003:213) perkembangan emosi dipengaruhi oleh faktor kematangan dan faktor belajar, tetapi faktor belajar lebih penting, karena belajar merupakan faktor yang lebih dapat dikendalikan. Terdapat berbagai cara dalam mengendalikan lingkungan untuk menjamin pembinaan pola-pola emosi yang diinginkan, orangtua dan guru dapat membantu anak untuk memiliki pola reaksi emosi yang diinginkan melalui pengajaran dan bimbingan.

a. Pengendalian Emosi

Untuk dapat melakukan penyesuaian sosial yang baik, peserta didik harus mampu mengendalikan emosi dengan baik. Anak harus belajar mengekspresikan emosi dengan cara yang dapat diterima secara sosial.. Menurut Hurlock (2003:231) mengendalikan emosi adalah mengarahkan energi emosi ke saluran ekspresi yang bermanfaat dan dapat diterima secara sosial. Dalam mengendalikan emosi, anak harus belajar bagaimana cara menangani rangsangan yang membangkitkan emosi dan bagaimana cara mengatasi reaksi yang biasa menyertai emosi.

b. Karakteristik Aspek Emosi Remaja Awal

Menurut Yusuf (2006:9) masa remaja merupakan masa memuncaknya emosionalitas, Matangnya organ-organ reproduksi mempengaruhi emosi atau perasaan-perasaan baru yang sebelumnya tidak pernah dialami, seperti perasaan cinta, rindu, dan keinginan untuk berkenalan lebih intim dengan lawan jenis. Perkembangan emosi pada masa remaja awal bersifat sensitif dan reaktif (kritis) yang sangat kuat terhadap berbagai peristiwa atau situasi sosial, emosi cenderung memuncak dan kurang stabil, emosinya sering bersifat negatif dan temperamental (mudah marah/tersinggung, atau mudah sedih/murung). Kondisi ini terutama pada remaja yang hidup di lingkungan yang tidak harmonis. khususnya lingkungan keluarga.

c. Kecerdasan Emosi

Kecerdasan emosi memiliki peran yang penting dalam pendidikan, maupun dunia kerja bahkan ke semua bidang kehidupan yang melibatkan hubungan antar manusia. Menurut Goleman (1997:57) bahwa setiap orang tentu memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam wilayah kecerdasan emosi, mungkin



beberapa orang yang amat terampil dalam menangani kecemasan sendiri akan tetapi sulit mengatasi rasa marah. Kecerdasan emosional memiliki lima wilayah utama, yaitu sebagai berikut ini.

- 1) Mengenal emosi diri. Mengenal perasaan saat perasaan itu muncul.
- 2) Mengelola Emosi, kemampuan mengendalikan diri, mengatur suasana hati.
- 3) Memotivasi diri sendiri, kemampuan mengelola emosi sebagai alat untuk mencapai tujuan.
- 4) Mengenal emosi orang lain, kemampuan berempati kepada orang lain.
- 5) Membina hubungan dengan orang lain sebagian besar merupakan keterampilan memahami dan mengelola emosi orang lain.

Peter Salovey dan John Mayer menjelaskan kualitas-kualitas emosional yang penting untuk mencapai kesuksesan (Shapiro, 1997:5). Kualitas-kualitas tersebut di antaranya adalah: (1) Empati; (2) Mengungkapkan dan memahami perasaan; (3) Mengendalikan amarah; (4) Kemandirian; (5) Kemampuan menyesuaikan diri; (6) Disukai; (7) Kemampuan memecahkan masalah antar pribadi; (8) Ketekunan; (9) Kesetiakawanan; (10) Keramahan; (11) Sikap Hormat.

2. Perkembangan Sosial

Manusia sebagai makhluk sosial akan terus menerus melakukan penyesuaian diri dengan lingkungan sosial sepanjang hidupnya, Melakukan interaksi sosial dengan individu maupun kelompok, berperilaku sesuai dengan norma-norma sosial, moral, dan harapan masyarakat serta kebudayaan. Yusuf (2014:122) menyatakan bahwa perkembangan sosial merupakan pencapaian kematangan dalam hubungan sosial. Pencapaian kematangan diperoleh melalui proses belajar bagaimana menyesuaikan diri dengan orang lain atau proses sosialisasi.

a. Karakteristik Perilaku Sosial Remaja

Masa remaja kaitannya dengan pengembangan nilai-nilai yang selaras dengan nilai-nilai orang dewasa yang akan dimasukinya, yaitu tugas untuk mengembangkan perilaku sosial yang bertanggung jawab. Pada masa remaja berkembang *social cognition*, yaitu kemampuan untuk memahami orang lain, hal ini mendorong remaja untuk membina hubungan sosial dengan teman sebaya. Masa ini ditandai oleh sikap konformitas, yaitu kecenderungan untuk meniru, mengikuti opini, pendapat, nilai, kebiasaan, kegemaran/hobi, atau keinginan orang lain. Sikap konformitas berubah seiring dengan bertambahnya usia dan berkembangnya kemampuan berpikir yang lebih matang (Yusuf, 2006:10).



Perubahan perilaku sosial yang paling menonjol pada masa remaja adalah menyukai lawan jenis. Remaja senang mengikuti berbagai kegiatan sosial, semakin banyak kesempatan untuk melakukan aktivitas sosial yang baik, maka wawasan sosialnya lebih luas, penyesuaian diri yang lebih baik, dan meningkatnya kompetensi sosial seperti kemampuan berkomunikasi.

b. Status Sosial Teman Sebaya

Penerimaan sosial berkaitan dengan kualitas pribadi yaitu banyaknya sifat-sifat baik, menarik dan keterampilan sosial. Berdasarkan hubungan sosial di antara peserta didik ada empat status teman sebaya menurut Rubin, Bukowski & Parker, Wentzel & Asker, Wentzel & Battle (Santrock, 2010:100) yaitu :

- 1) Anak populer disukai oleh teman sebayanya dan seringkali dinominasikan sebagai teman yang terbaik, karena memiliki keterampilan sosial yang tinggi.
- 2) Anak yang diabaikan (neglected children) jarang dinominasikan sebagai teman terbaik, tetapi bukan karena tidak disukai oleh teman sebayanya.
- 3) Anak yang ditolak (rejected children) jarang dinominasikan sebagai teman terbaik dan sering dibenci oleh teman sebayanya. Anak menunjukkan agresi tinggi, menarik diri, serta kemampuan sosial dan kognitif yang rendah. Anak yang ditolak, menurut Buke & Ladd (Santrock, 2010:100) mengalami masalah penyesuaian diri yang serius dibanding anak yang diabaikan.
- 4) Anak kontroversial sering dinominasikan sebagai teman terbaik, tapi sering tidak disukai. Anak kontroversial tinggi dalam penerimaan dan penolakan. Penolakan oleh teman sebaya mempengaruhi prestasi belajar, munculnya masalah emosi, dan cenderung meningkatnya risiko kenakalan remaja.

c. Kecerdasan Emosi dan Keterampilan Sosial

Kecerdasan emosi dan keterampilan sosial akan membentuk karakter, berdasarkan beberapa hasil penelitian bahwa kecerdasan emosi dan keterampilan sosial lebih penting dari inteligensi (IQ) dalam mencapai keberhasilan hidup. Kecerdasan emosi (EQ) membuat anak memiliki semangat yang tinggi dalam belajar atau disukai oleh teman-temannya dalam kegiatan bermain, maka hal itu akan membawa keberhasilan ketika memasuki dunia kerja atau berkeluarga. Menurut Shapiro (1997:1975) bahwa kecerdasan emosi dan keterampilan sosial dapat diajarkan kepada anak sesuai dengan usia dan tahap perkembangannya. Disarikan dari penjelasan Shapiro cara mengajarkan kecerdasan emosi dan keterampilan sosial antara lain bagaimana, (1) membina hubungan persahabatan; (2) tata karma; (3) bekerja dalam kelompok; (4)



berbicara dan mendengarkan secara efektif; (5) mengatasi masalah dengan teman yang nakal ; (6) berempati terhadap orang lain; (7) mencapai prestasi tinggi; (8) memecahkan masalah; (9) memotivasi diri bila menghadapi masa-masa yang sulit; (10) percaya diri saat menghadapi situasi yang sulit; (11) menjalin keakraban.

d. Identifikasi Kecerdasan Emosi dan Keterampilan Sosial Peserta Didik

Guru dapat melakukan identifikasi kecerdasan emosi dan keterampilan sosial dengan cara yang sama seperti pada identifikasi materi pembelajaran 2.

e. Implementasi dalam Pembelajaran

- 1) Prioritaskan identifikasi peserta didik yang diduga memiliki kecerdasan emosi dan keterampilan sosial yang rendah.
- 2) Pahami keragaman dalam kecerdasan emosi dan keterampilan sosial peserta didik, serta bersikap bijak menghadapi mereka yang memiliki kecerdasan emosi dan keterampilan sosial yang rendah.
- 3) Sebagai model sosial tampilkan perilaku yang mencerminkan kecerdasan emosi dan keterampilan sosial yang tinggi. serta ikhlas dalam mengajar.
- 4) Ciptakan iklim belajar yang kondusif bagi perkembangan kecerdasan emosi dan sosial, yaitu iklim yang demokratis, nyaman, tidak tegang, diselingi humor, dan suasana gembira.
- 5) Rancang pembelajaran dengan memasukan aspek kecerdasan emosi dan keterampilan sosial. melalui disiplin, bimbingan dan pembiasaan yang disertai penguatan, serta pembelajaran berbasis kelompok disamping klasikal.
- 6) Bimbing peserta didik untuk mengekspresikan emosi yang bisa diterima secara sosial.
- 7) Bekerja sama dengan guru BK, wali kelas dan orangtua untuk membantu peserta didik mengembangkan kecerdasan emosi dan keterampilan sosial.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Perkembangan Sosial dan Kecerdasan Emosi

LK 04: Analisis Kasus Perkembangan Sosial dan Kecerdasan Emosi

Petunjuk Kegiatan

1. Bekerjasamalah dalam kelompok dan lakukanlah curah pendapat secara sopan dan empati mengenai kasus kecerdasan emosi dan perkembangan sosial peserta didik yang terjadi di kelas peserta diklat. Pastikan kasus tersebut termasuk dalam lingkup kajian yang dibahas.



2. Pilihlah satu kasus melalui musyawarah, usulkan alternatif solusi yang tepat dan kreatif, dan presentasikan hasil kegiatan secara percaya diri dan kreatif.

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Salah satu aspek yang penting dalam kecerdasan emosi adalah pengendalian emosi. Mengapa peserta didik harus diajarkan cara mengendalikan emosi, jelaskan?
2. Remaja perlu mendapat bimbingan dari orang tua dan guru serta orang dewasa lainnya agar memiliki kemampuan dalam memilih teman sebaya, jelaskan?
3. Kerjakanlah kasus-kasus berikut ini, identifikasi gejala dan masalahnya, serta usulkan alternatif solusi untuk itu. Bekerjalah dalam kelompok dan presentasikan hasilnya.

Berikut simpulan Pak Amir dari informasi yang berhasil dikumpulkan terkait beberapa anak asuhnya.

- a) saat bekerja sama dalam kelompok kadang-kadang tidak dapat mengendalikan diri dan cenderung marah saat pendapatnya tidak diterima;
- b) kadang-kadang merasa paling benar sehingga kurang dapat menghargai pemikiran anggota kelompok lainnya;
- c) marah terhadap guyonan dimana teman lainnya merasa hal tersebut biasa saja.

Berikut adalah informasi yang berhasil dikumpulkan Bu Zainab terkait anak asuh yang sedang ditangani.

- a) seringkali terlambat dalam menyelesaikan tugas, kadang-kadang tidak menyelesaikan tugas di kelas, tidak melaksanakan tugas sesuai kesepakatan saat kerja kelompok;
 - b) saat pembelajaran menggunakan HP secara sembunyi-sembunyi;
 - c) sering keluar masuk saat pembelajaran;
 - d) tidak memasukan baju atasan ke dalam rok, melipat bagian ujung lengan baju, tidak menggunakan sepatu wajib;
 - e) bolos pada jam terakhir.
4. Tentukanlah kasus perkembangan kecerdasan dan aspek sosial dari peserta didik di kelas Anda, identifikasi gejala dan masalahnya, serta rancang apa yang sebaiknya Anda lakukan sebagai alternatif solusi!



F. Rangkuman

1. Perkembangan emosi pada masa remaja awal bersifat sensitif dan reaktif (kritis) emosi cenderung memuncak dan kurang stabil, emosinya sering bersifat negatif dan temperamental. Selain itu munculnya perasaan baru seperti perasaan cinta, rindu, dan keinginan untuk berkenalan lebih intim dengan lawan jenis.
2. Kecerdasan emosi memiliki lima wilayah, yaitu (1) mengenali emosi diri; (2) mengelola emosi diri; (3) memotivasi diri sendiri; (4) mengenali emosi orang lain; (5) membina hubungan.
3. Pada masa remaja berkembang *social cognition* yaitu kemampuan untuk memahami orang lain, dan konformitas.
4. Perubahan perilaku sosial yang paling menonjol pada masa remaja adalah hubungan dengan lawan jenis, dan senang mengikuti berbagai aktivitas sosial.
5. Penerimaan sosial oleh teman sebaya sangat penting karena berkaitan dengan harga diri, karena itu remaja harus mampu mengendalikan emosi dan memiliki keterampilan sosial. Empat status hubungan sosial teman sebaya yaitu anak populer, anak yang diabaikan, anak yang ditolak, dan anak kontroversial.

G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Lakukanlah uji diri secara jujur dan cermat seperti dijelaskan pada pembelajaran ke-1. Anda dianjurkan bekerja keras dan disiplin menggunakan kasus di kelas Anda, mempelajari instrumen identifikasi yang relevan, metodologi pembelajaran serta cara mengembangkan iklim belajar yang kondusif secara kreatif untuk mengembangkan kecerdasan emosi dan perkembangan keterampilan sosial.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 5

PERKEMBANGAN MORAL DAN KECERDASAN SPIRITUAL

Perilaku moral berarti perilaku yang sesuai dengan kode moral kelompok sosial. Perilaku moral dikendalikan oleh konsep-konsep moral-peraturan perilaku yang telah menjadi kebiasaan bagi anggota suatu budaya. Konsep-konsep moral menentukan pola perilaku yang diharapkan oleh masyarakat. Memahami nilai-nilai yang dapat mengontrol perilaku dalam suatu masyarakat dan mengatur perilaku seseorang secara benar merupakan bagian yang penting dari perkembangan konsep benar dan salah, hal itu berubah sejalan dengan remaja tumbuh dewasa. Manusia diciptakan dengan fitrah sebagai hambaNya untuk beribadah kepadaNya. Hal ini dibuktikan dengan ditemukannya *God-Spot* pada otak manusia. Pada *God-Spot* itulah terdapat fitrah manusia yang terdalam.

A. Tujuan

Setelah melaksanakan pembelajaran, Anda diharapkan dapat memahami konsep perkembangan aspek moral dan kecerdasan spiritual; identifikasi ciri-ciri moral dan kecerdasan spiritual peserta didik; dan implementasinya dalam pembelajaran.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menjelaskan tahapan perkembangan aspek moral peserta didik
2. Mendeskripsikan ciri-ciri moral peserta didik yang tinggi dan rendah
3. Mengidentifikasi moral peserta didik
4. Menjelaskan tahapan perkembangan kecerdasan spiritual peserta didik
5. Mendeskripsikan ciri-ciri perilaku peserta didik yang memiliki kecerdasan spiritual tinggi dan rendah
6. Mengidentifikasi kecerdasan spiritual peserta didik



7. Menentukan kegiatan pembelajaran yang memfasilitasi perkembangan aspek moral dan kecerdasan spiritual peserta didik.

C. Uraian Materi

1. Perkembangan Moral

Setiap individu sebagai bagian dari masyarakat diharapkan bersikap sesuai dengan cara yang disetujui masyarakat. Berperilaku sesuai dengan yang disetujui masyarakat diperoleh melalui proses yang panjang dan lama yang terus berlanjut sampai usia remaja. Interaksi sosial memegang peranan penting dalam perkembangan moral, karena anak mempunyai kesempatan untuk belajar kode moral dan mendapat kesempatan untuk belajar bagaimana orang lain memberikan penilaian.

a. Tingkat dan Tahapan Perkembangan Moral

Kohlberg menekankan bahwa perkembangan moral didasarkan terutama pada penalaran moral dan berkembang secara bertahap (Santrock, 2010:119). Konsep kunci untuk memahami perkembangan moral, khususnya teori Kohlberg adalah internalisasi, yaitu perubahan perkembangan dari perilaku yang dikendalikan secara eksternal menjadi perilaku yang dikendalikan secara internal.

Tingkat Satu: Penalaran Prakonvensional. Penalaran *prakonvensional* adalah tingkat yang paling rendah dalam teori perkembangan moral Kohlberg. Pada tingkat ini anak tidak memperlihatkan internalisasi nilai-nilai moral tetapi dikendalikan oleh hadiah dan hukuman eksternal.

Tahap 1: Orientasi hukuman dan ketaatan.

Tahap 2: Orientasi ganjaran (*the instrumental relativist orientat*).

Tingkat Dua: Penalaran Konvensional. Pada tingkat penalaran konvensional individu memandang apa yang diharapkan keluarga, kelompok atau bangsa. Setia dan mendukung aturan sosial bukan sekedar konformitas, melainkan berharga. Pada tahap ini sudah terjadi internalisasi tetapi belum sepenuhnya.

Tahap 3. Norma-norma interpersonal.

Tahap 4. Orientasi otoritas (*authority and social order maintaining orientation*).

Tingkat Tiga: Penalaran Pascakonvensional. Penalaran pascakonvensional adalah tingkat tertinggi dari teori perkembangan moral



Kohlberg. Pada tingkat ini terjadi internalisasi moral pada individu dan tidak didasarkan pada standa-standar moral orang lain. Seseorang mengenal tindakan-tindakan moral alternatif, menjajaki pilihan, kemudian memutuskan berdasarkan suatu kode moral pribadi.

Tahap 5: Orientasi kontrak sosial.

Tahap 6: Prinsip-prinsip etika universal.

b. Perkembangan Moral Masa Remaja

Menurut Hurlock (2006:225) salah satu tugas perkembangan yang penting pada masa remaja adalah mempelajari apa yang diharapkan oleh kelompok atau sosial-budayanya. Remaja harus berperilaku sesuai dengan harapan-harapan sosial tanpa dibimbing dan diawasi, didorong, dan diancam dengan hukuman seperti saat masa anak-anak. Remaja diharapkan mengganti konsep-konsep moral pada masa anak-anak dengan prinsip-prinsip moral yang berlaku umum, dan merumuskannya ke dalam kode moral yang akan berfungsi menjadi pedoman untuk berperilaku baik. Mitchel menegaskan remaja harus mengendalikan perilakunya sendiri, yang dulu menjadi tanggung jawab orangtua dan guru. (Hurlock, 2006:225). Remaja umumnya berada pada tingkat pascakonvensional, Pada tingkat ini terjadi internalisasi moral dan tidak didasarkan pada standar-standar moral orang lain. Bila remaja telah mencapai tingkat pasca konvensional, berarti remaja telah mencapai kematangan sistem moral.

c. Karakteristik Umum Perilaku Moral Remaja Awal

Peserta didik bersikap kritis terhadap perilaku orangtua, guru, atau orang dewasa lainnya, peserta didik akan menilai apakah perilaku mereka adalah asli atau bersifat kepura-puraan (*hypocrite*). Remaja mengidentifikasi dirinya dengan tokoh-tokoh moralitas yang dipandang tepat dengan tipe idolanya (Makmun, 2009:134) Remaja membentuk kode moral sebagai pedoman berperilaku, dan beberapa remaja dilengkapi dengan kode moral yang diperoleh dari pelajaran agama.

Menurut Santrock (2007:315) perilaku moral adalah perilaku prososial, yang melibatkan sifat untuk menolong orang lain dan tidak mementingkan diri sendiri (*altruisme*). Sifat empati berkontribusi terhadap perkembangan



moral remaja. Selanjutnya Lawrence Walker (Santrock, 2007: 319) menyatakan diantara kebijaksanaan moral yang diutamakan adalah kejujuran, kebenaran, dapat dipercaya, kepedulian, keharuan, keprihatinan, dan konsiderasi, loyalitas dan mendengarkan kata hati.

2. Kecerdasan Spiritual

Menurut Agustian (2001:57) kecerdasan spiritual adalah kemampuan untuk memberi makna ibadah terhadap setiap perilaku dan kegiatan.. Dengan demikian ia akan mengawali segala sesuatunya dengan nama Tuhan, menjalaninya sesuai dengan perintah Tuhan dan mengembalikan apapun hasilnya kepada Tuhan. Zohar dan Marshal menyatakan bahwa kecerdasan spiritual merupakan kecerdasan tertinggi yang dimiliki manusia, karena paling berperan dalam kehidupan manusia (Agustian, 2001:57). Kecerdasan spiritual merupakan aspek yang sangat penting dalam pembentukan kepribadian manusia, dan merupakan landasan yang diperlukan untuk memfungsikan IQ dan EQ secara efektif.

a. Proses Perkembangan Kecerdasan Spiritual dan Penghayatan Keagamaan

Agama tidak sama dengan spiritualitas, namun menurut Mikley (Desmita, 2014:208) agama merupakan salah satu dimensi dari spiritualitas disamping dimensi eksistensial. Dimensi eksistensial dari spiritualitas berfokus pada tujuan dan makna hidup, sedangkan dimensi agama dari spiritualitas berfokus pada hubungan seseorang dengan Tuhan Yang Maha Kuasa.

Potensi kecerdasan spiritual berkembang karena adanya pengaruh interaksi dengan lingkungan sekitar sampai akhir hayatnya. Menurut Daradjat (2010:75) bahwa faktor yang mempengaruhi perkembangan penghayatan keagamaan adalah orangtua, guru dan lingkungan. Pemahaman tentang penghayatan keagamaan sejalan dengan dengan perkembangan kognitifnya. Oleh karena itu menurut Desmita (2014:282) meskipun pada masa awal anak-anak, mereka telah diajarkan agama tetapi pada masa remaja mereka mempertanyakan kebenaran keyakinan agama mereka sendiri. Remaja juga memperlihatkan pemahaman agama yang lebih abstrak dan logis.



Menurut Kay dalam Pikunas (Yusuf, 2006:13) bahwa dalam perkembangan kesadaran beragama pada masa remaja, tugas utamanya adalah mencapai kematangan sistem moral untuk membimbing perilakunya. Kematangan remaja belum dikatakan sempurna, apabila belum menunjukkan kode moral yang dapat diterima secara universal.

b. Karakteristik Perilaku Penghayatan Keagamaan dan Spiritual Peserta Didik

Menurut Makmun (2009;134) gambaran umum perilaku religius pada masa remaja awal, mulai mempertanyakan secara kritis dan skeptis mengenai keberadaan dan sifat kemurahan serta keadilan Tuhan . Penghayatan keagamaan sehari-hari dilakukan mungkin berdasarkan atas pertimbangan adanya semacam tuntutan yang memaksa dari luar dirinya, masih mencari dan mencoba menemukan pegangan hidupnya. Berkenaan dengan corak berpikir yang kritis dan skeptis, maka diperlukan bimbingan dan pendidikan yang efektif dari orangtua dan guru. agar peserta didik memiliki kesadaran beragama yang baik, memiliki keimanan dan ketaqwaan yang tinggi, sehingga peserta didik memiliki akhlaq mulia.

c. Identifikasi Perilaku Moral dan Kecerdasan Spiritual Peserta Didik

Cara identifikasi aspek moral dan kecerdasan spiritual peserta didik sama dengan cara identifikasi yang telah diuraikan pada materi pembelajaran 1.

d. Implementasi dalam Pembelajaran

- 1) Jadilah *social model* dengan menampilkan sikap dan perilaku yang mencerminkan kepribadian dan moral yang baik, serta cerdas secara spiritual,
- 2) Bersikaplah menerima semua peserta didik, terutama peserta didik dengan perilaku moral dan kecerdasan spiritual yang masih rendah serta ciptakan iklim belajar yang kondusif bagi perkembangan pribadi peserta didik agar tercapai perkembangan yang optimal.
- 3) Rancang pembelajaran dengan memasukan aspek moral atau karakter dan spiritual yang terintegrasi dalam pembelajaran.
- 4) Kembangkan perilaku moral dan spiritual melalui, pembiasaan dan disiplin yang disertai konsekuensi yang mendidik.



- 5) Biasakan berdoa sebelum dan sesudah belajar dan dorong peserta didik untuk rajin beribadah serta libatkan dalam kegiatan keagamaan dan sosial.
- 6) Buat suatu proyek/tugas kelompok/kelas yang dapat meningkatkan sikap altruisme. (sikap membantu orang lain dengan ikhlas).
- 7) Bekerja sama dengan wali kelas, guru BK dan guru agama serta orangtua untuk membantu meningkatkan perilaku moral dan kecerdasan spiritual.



Gambar 5.1 Pembelajaran untuk Pengembangan Moral dan Spiritual

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Perkembangan Moral dan Kecerdasan Spiritual

LK 05: Analisis Kasus Perkembangan Moral dan Kecerdasan Spiritual

Petunjuk Kegiatan

1. Bekerjasamalah dalam kelompok dan lakukanlah curah pendapat secara sopan dan empati mengenai kasus perkembangan moral dan kecerdasan spiritual peserta didik yang terjadi di kelas peserta diklat. Pastikan kasus tersebut termasuk dalam lingkup kajian yang dibahas.
2. Pilihlah satu kasus melalui musyawarah, identifikasi masalahnya secara cermat, usulkan alternatif solusi yang tepat dan kreatif untuk itu, dan presentasikan hasil kegiatan secara percaya diri dan kreatif.

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Pada masa remaja diharapkan mencapai kematangan dalam aspek moral memiliki kode moral yang menjadi pedoman hidupnya. Bagaimana caranya agar proses internalisasi nilai-nilai moral dapat dicapai pada usia remaja?



2. Peserta didik pada masa remaja awal cenderung memiliki sikap skeptis terhadap penghayatan keagamaan. Apa dampaknya kepada perilaku religius peserta didik?
3. Kerjakanlah kasus di kelas Bu Rahmi dan Bu Nani berikut ini, identifikasi gejala dan masalahnya, serta usulkan alternatif solusi untuk itu. Bekerjalah dalam kelompok dan presentasikan hasilnya.

Dari upayanya itu Bu Rahmi memperoleh informasi tentang masalah yang dihadapi beberapa peserta didik asuhannya sbb.

- a. Menyontek dalam mengerjakan tugas kelas, pekerjaan rumah, hasil pekerjaan saat praktikum, bahkan ulangan.
- b. Tidak menyelesaikan tugas yang diberikan, misalnya tidak mengerjakan tugas kelompok sesuai pembagian tugas, sering lalai dalam melaksanakan tugas yang diberikan untuk kegiatan kelas lainnya seperti tugas piket.
- c. Kurang memiliki sopan santun baik dalam ucapan maupun tindakan dalam berinteraksi dengan sesama teman kadang-kadang juga dengan orang lain yang lebih tua.

Bu Nani memperoleh informasi tentang masalah yang dihadapi beberapa peserta didik asuhannya sebagai berikut.

- a. mudah stress kalau nilai ulangan buruk, setelah ditanyakan ternyata yang bersangkutan merasa kecewa karena telah berusaha untuk belajar dan berlatih dengan keras tapi hasilnya tidak sesuai dengan harapan dan merasa bahwa mereka layak mendapatkan nilai yang lebih baik
- b. beberapa peserta didik ada yang tidak berani mencoba sesuatu yang baru, alasan mereka karena takut gagal dan kecewa
- c. Beberapa peserta didik seringkali murung dan tampak tidak bersemangat. Alasan mereka karena tidak terlalu menyukai mata pelajaran IPA dan merasa terpaksa mempelajarinya.
- d. Informasi dari teman-teman terdekatnya, beberapa orang dari peserta yang bermasalah ternyata agak lalai dalam melaksanakan kewajiban beribadah

4. Tentukanlah kasus dalam pengembangan moral dan kecerdasan spiritual yang terjadi di kelas Anda, identifikasi masalahnya, dan rancang apa yang sebaiknya Anda lakukan untuk menyelesaikan masalah tersebut!

F. Rangkuman

1. Tingkat perkembangan moral menurut Kohlberg adalah, (1) prakonvensional; (2) konvensional; (3) pascakonvensional. Remaja umumnya berada pada tingkat perkembangan ketiga, yaitu moralitas pascakonvensional, pada tahap ini terjadi internalisasi moral dan tidak didasarkan pada standar-standar moral orang lain



2. Remaja diharapkan mengganti konsep-konsep moral pada masa anak-anak dengan prinsip-prinsip moral yang berlaku umum, dan merumuskannya ke dalam kode moral yang akan berfungsi menjadi pedoman untuk berperilaku baik. melalui proses internalisasi.
3. Kecerdasan spiritual merupakan kemampuan manusia untuk mengenali potensi fitrah dirinya dalam mengenal TuhanNya, sebagai hambaNya untuk beribadah kepadaNya
4. Karakteristik perilaku moral remaja awal adalah bersikap kritis, skeptis, dan mengidentifikasikan dirinya dengan tokoh-tokoh moralitas yang dipandang tepat dengan tipe idolanya.
5. Gambaran umum perilaku religius pada masa remaja awal yaitu mulai mempertanyakan secara kritis dan skeptis mengenai keberadaan dan sifat kemurahan serta keadilan Tuhan YME.

G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Lakukan uji diri secara jujur dan cermat seperti yang dijelaskan pada pembelajaran ke-1. Anda dianjurkan untuk bekerja keras berlatih menggunakan kasus di kelas yang diampu. Sebaiknya Anda juga secara bersungguh-sungguh dan disiplin mempelajari metodologi pembelajaran dan cara mengembangkan iklim belajar yang kondusif secara kreatif untuk mengembangkan perkembangan moral dan kecerdasan spiritual.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 6

SIKAP DAN KEBIASAAN BELAJAR

Sikap dan kebiasaan belajar yang terbentuk dengan baik mendukung pencapaian tujuan pembelajaran lebih mudah. Guru perlu berupaya secara sungguh-sungguh memahami sikap dan kebiasaan belajar peserta didik yang menjadi asuhannya. Dengan informasi tersebut guru dapat menyesuaikan pembelajaran secara kreatif agar tujuan pembelajaran bisa tercapai dengan baik. Melalui pembelajaran tersebut guru dapat memfasilitasi secara efektif pengembangan peserta didik dengan sikap dan kebiasaan belajarnya yang belum terbentuk dengan baik.

A. Tujuan

Setelah melaksanakan pembelajaran dalam modul ini, peserta diklat diharapkan dapat: memahami ciri-ciri peserta didik yang memiliki sikap dan kebiasaan belajar yang baik, mengidentifikasi sikap dan kebiasaan belajar peserta didik, serta menentukan pembelajaran yang memfasilitasi pengembangannya.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Mendeskripsikan ciri-ciri peserta didik yang memiliki sikap dan kebiasaan belajar yang baik;
2. Mengidentifikasi sikap dan kebiasaan belajar peserta didik;
3. Menentukan kegiatan pembelajaran yang memfasilitasi pengembangan sikap dan kebiasaan belajar peserta didik.

C. Uraian Materi

1. Sikap dan Kebiasaan Belajar

Sikap belajar adalah kecenderungan peserta didik untuk melakukan atau tidak melakukan kegiatan belajar sebagai dampak dari pandangan dan



perasaannya terhadap kegiatan belajar (Yusuf, 2006:116). Apabila siswa memiliki pandangan positif bahwa belajar itu penting untuk mengembangkan kualitas diri dan merasa senang terhadap kegiatan belajar, maka peserta didik tersebut cenderung akan melakukan kegiatan belajar dengan sebaik-baiknya. Sebaliknya apabila memandang belajar itu tidak penting dan tidak menyenangkan, maka cenderung malas belajar.

Menurut Yusuf (,2006:117) kebiasaan belajar merupakan perilaku peserta didik yang relatif menetap dalam aktivitas belajarnya sebagai hasil pembiasaan atau perilaku yang diulang-ulang. Sikap berbeda dengan kebiasaan, akan tetapi ada hubungan antara sikap dan kebiasaan, yaitu sikap mungkin sekali dinyatakan dalam kebiasaan tingkah laku tertentu.

Sikap dan kebiasaan belajar merupakan perilaku peserta didik yang dilakukan secara berulang-ulang dan relatif menetap dalam kegiatan belajarnya, sebagai dampak dari perasaan dan pandangannya terhadap belajar. Sikap dan kebiasaan belajar bisa positif maupun negatif, tergantung bagaimana perasaan dan pandangannya terhadap kegiatan belajar. Dengan demikian sikap dan kebiasaan belajar merupakan hasil proses belajar melalui pembiasaan dan proses kognitif, sehingga sikap dan kebiasaan belajar yang negatif dapat diubah atau dimodifikasi melalui proses belajar yang baru atau belajar kembali.

2. Pengaruh Sikap dan Kebiasaan Belajar terhadap Prestasi Belajar

Sikap dan kebiasaan belajar merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi prestasi belajar atau mencapai tujuan pembelajaran (Makmun, 2009:165). Peserta didik yang memiliki sikap dan kebiasaan belajar yang positif akan menunjukkan perilaku dalam kegiatan belajar secara efektif dan efisien, baik dalam merencanakan kegiatan belajar dan mengikuti kegiatan belajar, memahami dan penguasaan materi.pelajaran, serta mempersiapkan untuk mengikuti ulangan atau ujian. Perilaku tersebut dilakukan baik pada kegiatan di sekolah, di rumah maupun kegiatan kelompok.



Menurut Covey (2001:24) bahwa kebiasaan akan menjadikan seseorang sukses atau menghancurkannya, dan kebiasaan akan membentuk suatu karakter. Sikap dan kebiasaan belajar yang positif akan membentuk karakter yang baik seperti rajin, tekun dan disiplin, tangguh dalam menghadapi hal-hal yang mengganggu kegiatan belajar (bila menghadapi kesulitan belajar, hambatan emosional, masalah remaja dan stress dan sebagainya), serta produktif, begitu pula sebaliknya. Sikap dan kebiasaan belajar tidak hanya mempengaruhi prestasi belajar, tetapi juga akan mempengaruhi karakter seseorang.

3. Ciri-ciri Peserta Didik Dengan Sikap dan Kebiasaan Belajar yang Positif

Menurut Yusuf (2006:117) ciri-ciri perilaku peserta didik yang memiliki sikap kebiasaan belajar positif, antara lain:

- a. menyenangi pelajaran (teori dan praktek) dan senang mengikuti kegiatan pembelajaran yang diprogramkan oleh sekolah;
- b. masuk kelas tepat pada waktunya, memperhatikan penjelasan guru, dan membuat catatan pelajaran dalam buku khusus secara rapi dan lengkap;
- c. senang bertanya apabila tidak memahaminya dan berpartisipasi aktif dalam kegiatan diskusi kelas;
- d. memiliki jadwal belajar yang teratur dan disiplin diri dalam belajar, serta mengerjakan tugas-tugas atau PR sebaik-baiknya;
- e. membaca buku-buku pelajaran secara teratur dan senang membaca buku-buku lainnya, majalah, dan koran yang isinya relevan dengan pelajaran, serta meminjam buku-buku keperpustakaan untuk menambah wawasan keilmuan;
- f. ulet atau tekun dalam melaksanakan pelajaran maupun praktek dan tidak mudah putus asa apabila mengalami kegagalan dalam belajar.

4. Identifikasi Sikap dan Kebiasaan Belajar

Cara mengidentifikasi sikap dan kebiasaan belajar peserta didik sama dengan cara identifikasi pada materi pembelajaran 1. Dalam melakukan inventori sikap dan kebiasaan belajar bisa bekerja sama dengan guru BK.



5. Implikasi dalam Pembelajaran:

Sikap dan kebiasaan merupakan suatu factor yang menentukan keberhasilan peserta didik dalam bidang akademik dan keberhasilan hidup di masa depan, maka:

- a. Jadi model/teladan dengan memiliki sikap positif terhadap pekerjaan seperti disiplin, rajin, semangat, senang membaca buku, dsb
- b. Rancang pembelajaran yang menarik, menyenangkan dan mudah dipahami
- c. Ciptakan iklim belajar yang kondusif yang memudahkan siswa untuk mengembangkan sikap dan kebiasaan belajar yang baik.
- d. Berikan informasi manfaat materi yang akan diajarkan dalam kehidupan sehari-hari, studi lanjut, dan pekerjaan terbangun sikap positif terhadap mata pelajaran.
- e. Tingkatkan sikap dan kebiasaan belajar dengan pembiasaan dan disiplin yang disertai konsekuensi yang mendidik.
- f. Bersikap menerima dan bijak terutama kepada peserta didik yang sikap dan kebiasaan belajarnya negatif.
- g. Kerjasama dengan wali kelas, guru BK dan orangtua peserta didik untuk meningkatkan sikap dan kebiasaan belajar peserta didik.



Gambar 6.1. Pembelajaran untuk Membangun Sikap dan Kebiasaan Belajar

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Sikap dan Kebiasaan Belajar

LK 06: Analisis Kasus Sikap dan Kebiasaan Belajar

Petunjuk Kegiatan

1. Bekerjasamalah dalam kelompok dan lakukalah curah pendapat secara sopan dan empati mengenai kasus sikap dan kebiasaan belajar peserta didik



yang terjadi di kelas peserta diklat. Pastikan kasus tersebut termasuk dalam lingkup kajian yang dibahas.

2. Pilihlah satu kasus melalui musyawarah, usulkan alternatif solusi yang tepat dan kreatif, dan presentasikan hasil kegiatan secara percaya diri dan kreatif.

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Sikap dan kebiasaan belajar merupakan aspek yang sangat penting dalam pembelajaran. Oleh karena itu penting bagi guru untuk membimbing peserta didiknya memiliki sikap dan kebiasaan belajar, jelaskan!
2. Salah satu faktor eksternal penyebab sikap kebiasaan belajar yang negatif adalah faktor guru. Bagaimana upaya bapak/ibu sebagai guru untuk meningkatkan sikap kebiasaan belajar yang positif?
3. Kerjakanlah kasus berikut ini, tentukan apa yang harus dilakukan untuk melengkapi data kemampuan awal peserta didik yang belum lengkap. Bekerjalah dalam kelompok dan presentasikan hasilnya.

Berikut adalah kondisi beberapa anak asuh Bu Fatimah.

- 1) jarang memperhatikan guru saat pembelajaran tapi melakukan kegiatan seperti ngobrol, main HP secara sembunyi-sembunyi, menggambar, atau kegiatan lainnya
- 2) kurang aktif berpartisipasi dalam kegiatan belajar namunduduk manis mendengarkan saja
- 3) jarang membuat pekerjaan rumah atau terlambat menyerahkan tugas
- 4) jarang membuat catatan sehingga catatannya tidak lengkap, tidak sistematis, dan tidak mudah dipahami
- 5) sering terlambat datang ke sekolah
- 6) belajar tidak teratur dan hanya dilakukan jika ada ulangan saja
- 7) motivasi untuk memperkaya pelajaran rendah dan merasa cukup dengan informasi dari catatan dan buku pegangan saja
- 8) sering keluar masuk saat pembelajaran karena tidak bisa menjaga perhatian fokus terlalu lama.

F. Rangkuman

1. Sikap dan kebiasaan belajar merupakan hasil belajar melalui *operant conditioning* dan proses kognitif, sehingga sikap dan kebiasaan belajar yang kurang efektif dapat diubah atau dimodifikasi melalui proses belajar yang baru.
2. Sikap dan kebiasaan belajar merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap prestasi belajar. Sikap dan kebiasaan belajar tidak hanya berdampak pada prestasi belajar, tapi juga berpengaruh terhadap pembentukan karakter.



3. Peserta didik yang memiliki sikap dan kebiasaan belajar yang positif akan menunjukkan perilaku dalam kegiatan belajar secara efektif dan efisien.

G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Lakukan uji diri secara jujur dan cermat seperti yang dijelaskan pada pembelajaran ke-1. Sebaiknya peserta berlatih secara bersungguh-sungguh dari kasus kelas yang diasuh sebagai subjek latihan sehingga menjadi lebih percaya diri. Peserta juga dianjurkan untuk termotivasi menambah wawasan terkait berbagai metode untuk membangun sikap dan kebiasaan belajar serta cara belajar yang efektif.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 7

IDENTIFIKASI KEMAMPUAN AWAL DAN KESULITAN BELAJAR

Keragaman karakteristik perilaku dan pribadi peserta didik dipengaruhi banyak faktor, oleh karena itu peserta didik dengan umur yang sama tidak selalu memiliki kesiapan yang sama dalam menerima pelajaran di sekolah. Guru perlu termotivasi, disiplin, dan bekerja keras untuk menentukan keadaan karakteristik perilaku dan pribadi peserta didik sebelum memulai pembelajaran. Tidak semua peserta didik berhasil mencapai tujuan-tujuan belajar sesuai dengan taraf kualifikasi yang diharapkan sehingga guru perlu empati, toleran, dan menolong peserta didik agar dapat mencapai prestasi terbaiknya sesuai karakteristik dan potensinya. Indikasi kegagalan mencapai tujuan belajar perlu diidentifikasi guru dengan jujur dan cermat untuk mendapatkan solusi yang tepat.

A. Tujuan

Setelah melaksanakan pembelajaran, peserta diklat diharapkan dapat memahami konsep kemampuan awal dan kesulitan belajar; cara mengidentifikasinya, faktor kesulitan belajar; dan menggunakan hasilnya untuk memfasilitasi pembelajaran yang lebih baik.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menjelaskan cara mengidentifikasi kemampuan awal peserta didik.
2. Mengidentifikasi kemampuan awal peserta didik.
3. Mengidentifikasi kesulitan belajar.
4. Menjelaskan faktor-faktor kesulitan belajar.
5. Menentukan kegiatan pembelajaran yang kondusif berdasarkan hasil identifikasi kemampuan awal dan kesulitan belajar peserta didik.



C. Uraian Materi

1. Bekal Ajar Awal

Keberhasilan proses belajar-mengajar antara lain dipengaruhi oleh karakteristik peserta didik baik sebagai individu maupun sebagai kelompok. Meskipun guru menghadapi kelompok kelas yang terdiri dari peserta didik yang memiliki umur yang relatif sama, namun mereka tidak dapat diberi perlakuan yang sama. Oleh karena itu pada awal proses belajar mengajar guru harus meneliti dulu tingkat dan jenis karakteristik perilaku siswa yang telah dimilikinya pada saat akan memasuki pembelajaran. (*entering behavior*) atau bekal ajar awal peserta didik. Bekal ajar awal menjadi dasar bagaimana proses belajar sebaiknya direncanakan. dan apakah tujuan intruksional khusus yang semula dirumuskan harus mengalami perubahan. Apalagi bila kemampuan awal berkaitan dengan kemampuan prasyarat untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Menurut Makmun (2002:224) dengan mengetahui gambaran tentang *entering behavior* peserta didik, maka akan memberikan banyak bantuan kepada guru, diantaranya sebagai berikut.

- a. Untuk mengetahui seberapa jauh adanya kesamaan individual antara peserta didik dalam taraf kesiapannya, kematangan, serta tingkat penguasaannya dari pengetahuan dan keterampilan dasar sebagai landasan bagi penyajian bahan baru.
- b. Dapat mempertimbangkan dalam memilih bahan, prosedur, metode, teknik dan alat bantu belajar-mengajar yang sesuai.
- c. Membandingkan nilai pre-tes dengan post-tes sehingga diperoleh indikator atau petunjuk seberapa banyak perubahan perilaku itu telah terjadi pada peserta didik, sebagai hasil pengaruh dari proses belajar mengajar

Hal penting bagi guru sebelum merencanakan dan melaksanakan kegiatan mengajar, seyogyanya dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan di bawah ini. Dengan memperhatikan tingkatan kelas, jenis bidang studi, usia dan waktu yang tersedia dan terencana.

- a. Sejauh manakah batas-batas (jenis dan ruang lingkup materi pengetahuan yang telah diketahui dan dikuasai peserta didik yang akan kita ajar?



- b. Tingkat dan tahap serta jenis kemampuan (kognitif, afektif, psikomotor) manakah yang telah dicapai dan dikuasai peserta didik yang akan kita ajar?
- c. Apakah siswa sudah cukup siap dan matang (secara intelektual, emosional) untuk menerima bahan dan pola-pola perilaku yang akan kita ajarkan itu?

Menurut Makmun (200:225) perilaku awal (*entering behavior*) meliputi jenis dan ruang lingkup pengetahuan yang telah dikuasai dan diketahui peserta didik, tingkat dan tahap serta jenis kemampuan kognitif, afektif dan psikomotor yang telah dicapai peserta didik.

2. Identifikasi Kemampuan Awal Peserta Didik

Identifikasi jenis dan ruang lingkup pengetahuan yang telah diketahui dan dikuasai peserta didik, antara lain adalah sebagai berikut:

- a. Pada saat memulai pembelajaran berikan pertanyaan-pertanyaan mengenai materi yang telah diberikan terdahulu (*apersepsi*).sebelum menyajikan materi baru
- b. Memberikan pre-test dengan menggunakan instrumen pengukuran prestasi belajar yang memadai syarat (validitas, realibilitas dan sebagainya) sebelum mereka memulai pembelajaran. Instrumen pengukuran prestasi belajar yang digunakan pada pre-test biasanya setara dengan post-test
- c. Identifikasi tingkat dan tahap serta jenis kemampuan (kognitif, afektif, psikomotor) yang telah dicapai oleh peserta didik.

3. Implementasi dalam Pembelajaran.

- a. Sebelum pembelajaan tentukan bekal ajar awal atau kemampuan awal peserta didik, baik aspek kognitif, afektif dan psikomotor.
- b. Tidak setiap aspek kemampuan peserta didik pada awal pembelajaran sama pentingnya. Akan tetapi menentukan aspek mana yang penting sebagai titik awal dalam interaksi guru dengan peserta didik. Selama proses belajar itu berlangsung, tergantung pada tujuan pembelajaran.
- c. Jika kemampuan yang menjadi prasyarat untuk mencapai tujuan pembelajaran, guru harus memberikan beberapa pertanyaan secara lisan kepada kelas atau memberikan tes awal berupa tes tulis singkat.



- d. Jadikan keragaman bekal ajar awal menjadi dasar pertimbangan perencanaan dan pengelolaan pembelajaran, baik dalam memilih bahan, prosedur, metode, teknik dan media pembelajaran sesuai dengan bekal ajar awal peserta didik.
- e. Ketika akan mengajar perlu dikenali minat dan motivasi belajar, serta sikap belajar peserta didik

4. Kesulitan Belajar

Tidak semua peserta didik berhasil mencapai tujuan-tujuan belajar sesuai dengan taraf kualifikasi yang diharapkan. Apabila peserta didik menunjukkan kegagalan tertentu dalam mencapai tujuan-tujuan belajarnya, maka peserta didik dikatakan mengalami kesulitan belajar.

a. Ciri Peserta Didik Gagal Mencapai Tujuan Belajar

Menurut Burton (Makmun, 2002: 307) peserta didik dikatakan gagal jika memiliki ciri-ciri sbb.

- 1) Dalam batas waktu yang ditentukan peserta didik tidak mencapai ukuran tingkat keberhasilan atau KKM yang telah ditetapkan oleh guru.
- 2) Tidak dapat mengerjakan atau mencapai prestasi yang seharusnya sesuai dengan tingkat intelegensinya. Kasus peserta didik ini disebut *underachievers* (prestasinya tidak sesuai dengan kemampuan intelektualnya)
- 3) Tidak mewujudkan tugas-tugas perkembangan, termasuk penyesuaian sosial sesuai dengan pola organisme pada fase perkembangan tertentu. Kasus ini tersebut dikatakan ke dalam *slow learners* (peserta didik yang lambat belajar).
- 4) Tidak berhasil mencapai tingkat penguasaan yang diperlukan sebagai prasyarat bagi kelanjutan pada tingkat pelajaran berikutnya. Kasus peserta didik ini dapat dikategorikan ke dalam *slow learners* atau belum matang sehingga mungkin harus menjadi pengulang.

Peserta didik diduga mengalami kesulitan belajar apabila tidak berhasil mencapai taraf kualifikasi hasil belajar tertentu berdasarkan indikator atau ukuran kapasitas (taraf intelegensi) atau kemampuan dalam program pelajaran atau tingkat perkembangan. Kualifikasi hasil belajar meliputi aspek kognitif, afektif, dan psikomotor.



b. Langkah-langkah Diagnostik Kesulitan Belajar

Diagnosis merupakan istilah teknis yang diadopsi dari dunia medis. Disimpulkan dari pendapat Thorndike dan Hagen (Makmun, 2009:307) bahwa diagnosis adalah suatu proses menemukan kelemahan yang dialami seseorang melalui suatu pengujian dan studi yang seksama terhadap gejala-gejalanya sebagai upaya menemukan karakteristik atau kelemahan-kelemahan yang esensial untuk membuat suatu keputusan. Dalam konsep diagnosis secara implisit mengandung konsep prognosis, sehingga pekerjaan diagnostik tidak hanya mengidentifikasi jenis dan karakteristiknya serta latar belakang faktor penyebabnya, akan tetapi juga meramalkan kemungkinan dan menyarankan tindakan pemecahannya.

Menurut Burton (Makmun, 2002:310) diagnostik kesulitan belajar berdasarkan pada teknik dan instrumen yang digunakan dalam pelaksanaannya yaitu sebagai berikut ini.

1) Diagnosis Umum

Tujuan tahap ini untuk menemukan siapakah yang diduga mengalami kelemahan tertentu, biasa digunakan tes baku, seperti yang digunakan untuk evaluasi dan pengukuran hasil belajar dan psikologis

2) Diagnosis Analitik

Tujuannya untuk mengetahui di mana letak kelemahan itu terjadi. Pada tahap ini biasanya digunakan tes diagnosis.

3) Diagnosis Psikologi

Tujuannya untuk mengetahui faktor penyebab kesulitan belajar. Teknik, pendekatan, dan instrumen yang digunakan antara lain sebagai berikut (a) Observasi; (b) Analisis karya tulis; (c) Analisis proses dan respon lisan; (d) Analisis berbagai catatan objektif; (e) Analisis berbagai catatan objektif; (f) Wawancara; (g) pendekatan laboratories dan klinis; (h) Studi kasus.

c. Mengidentifikasi Kesulitan Belajar Peserta Didik

1) Menandai dan Menemukan Kesulitan Belajar

a) Untuk mengetahui peserta didik yang diduga mengalami kesulitan belajar dilakukan dengan membandingkan nilai peserta didik



dengan kriteria yang telah ditetapkan sebagai batas lulus (KKM, rata-rata kelas). Peserta didik yang prestasi belajarnya di bawah KKM diduga memiliki kesulitan belajar.

- b) Untuk mengidentifikasi siswa yang diduga mengalami kesulitan belajar dapat pula dilakukan dengan memperhatikan atau menganalisa catatan observasi atau laporan proses kegiatan belajar, yaitu (1) Penggunaan catatan belajar siswa untuk mengetahui cepat atau lambat dalam menyelesaikan tugas atau pekerjaannya; (2) Catatan kehadiran; (3) catatan atau bagan partisipasi untuk mengetahui aktivitas dan partisipasi peserta didik; (4) catatan sosiometri dilakukan pada bidang sstudi yang menuntut bekerja sama dalam peserta didik kelompok.

2) Melokalisasikan Letak Kesulitan Belajar

Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui pada bidang studi mana kesulitan belajar itu terjadi dan bagaimana karakteristik kesulitan belajar peserta didik.

Berikut ini adalah cara melokalisasi letak kesulitan belajar.

- a) Mengidentifikasi Kesulitan Belajar pada Bidang Studi Tertentu
Pada bidang studi mana saja peserta didik mengalami kesulitan belajar.
- b) Mengidentifikasi pada Kawasan Tujuan Belajar dan Bagian Ruang Lingkup Materi Pelajaran Manakah Kesulitan Belajar Terjadi
Untuk mengetahui materi pelajaran yang mengalami kesulitan belajar bisa dilakukan dengan menganalisa lembar jawaban siswa pada tes ulangan umum semester, dapat pula pada pelaksanaan evaluasi reflektif, formatif, atau dengan rancangan *pre-post test* bila belum ada tes diagnostik khusus.
- c) Analisis Terhadap Catatan Mengenai Proses Belajar
Untuk mengetahui kesulitan belajar pada aspek-aspek proses belajar tertentu dilakukan dengan menganalisis empiris terhadap catatan keterlambatan penyelesaian tugas atau soal, absensi, kurang aktif dalam partisipasi, kurang penyesuaian sosial. Hasil analisis tersebut dengan jelas menunjukkan posisi dari kasus-kasus yang bersangkutan.



- 3) Mengidentifikasi Faktor Penyebab Kesulitan Belajar
 - a) Bila kasus kelompok (mayoritas peserta didik memiliki kesulitan belajar) maka faktor penyebab kesulitan belajar berasal luar diri peserta didik. Kemungkinan besar faktor penyebabnya kondisi sekolah atau faktor guru.
 - b) Bila kasusnya individual maka faktor penyebabnya kemungkinan berasal dari diri peserta didik, yaitu dapat bersumber pada (a) Kemampuan dasar atau potensi yaitu intelegensi dan bakat; (b) Bukan yang bersifat potensial.
- 4) Membuat Alternatif Bantuan
- 5) Melakukan Tindak Remedial atau Membuat Referral

5. Implementasi dalam Pembelajaran

- a. Pahami gejala-gejala anak yang memiliki kesulitan belajar.
- b. Identifikasi kesulitan belajar dan bantulah peserta didik mengatasi kesulitan belajarnya.
- c. Berikan layanan pembelajaran remedial/membuat rujukan
- d. Bantu peserta didik yang mengalami kesulitan belajar untuk mengoptimalkan prestasi belajarnya, dan meningkatkan kepercayaan dirinya, minat, serta sikap positif terhadap pelajaran.
- e. Bekerja sama dengan wali kelas, guru BK dan orangtua.
- f. Rancang pembelajaran yang sesuai dengan keragaman peserta didik untuk mencegah terjadinya kesulitan belajar

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Sikap dan Kebiasaan Belajar

LK 06: Analisis Kasus Sikap dan Kebiasaan Belajar

Petunjuk Kegiatan

1. Bekerjasamalah dalam kelompok dan lakukanlah curah pendapat secara sopan dan empati mengenai kasus kemampuan awal dan kesulitan belajar peserta didik yang terjadi di kelas peserta diklat. Pastikan kasus tersebut termasuk dalam lingkup kajian yang dibahas.
2. Pilihlah satu kasus/kelompok melalui musyawarah, identifikasi masalahnya secara cermat, usulkan alternatif solusi yang tepat dan kreatif untuk itu, dan



presentasikan hasil kegiatan secara percaya diri dan kreatif, untuk tugas berikut ini:

- a. Identifikasilah data kemampuan awal peserta didik di kelas yang Anda asuh dan tentukan apa yang harus dilakukan untuk melengkapi data yang kurang lengkap, dan rancang bagaimana cara menggunakan data tersebut untuk memfasilitasi peningkatan pencapaian terbaik mereka sesuai potensinya.
- b. Tentukanlah kasus peserta didik di kelas Anda yang mengalami kesulitan belajar, identifikasi faktor penyebab, dan rancang apa yang sebaiknya Anda lakukan sebagai alternatif solusinya!

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Sebelum memasuki pembelajaran, guru harus menentukan dahulu kemampuan awal atau bekal ajar peserta didik. Jelaskan mengapa guru harus memahami dan melakukan itu!
2. Bagaimana cara seorang guru mengidentifikasi kemampuan awal inteligensi peserta didik?
3. Bagaimana caranya bapak/ibu mengidentifikasi faktor penyebab kesulitan belajar yang berasal dari dalam diri peserta didik, yang sumbernya bukan dari faktor potensi?
4. Kerjakanlah kasus berikut ini, tentukan apa yang harus dilakukan untuk melengkapi data kemampuan awal peserta didik yang belum lengkap. Bekerjalah dalam kelompok dan presentasikan hasilnya.

Dari data hasil ulangan harian diketahui ada 5 orang dengan skor dibawah skor ketuntasan belajar yaitu Andi, Budi, Cici, Dudi, dan Ema. Skor kelimanya relatif berdekatan namun agak jauh dari skor ketuntasan belajar. Dari hasil analisis jawaban diketahui soal-soal yang tidak bisa dijawab adalah pertanyaan terkait materi yang memerlukan pemahaman yang komprehensif yaitu tentang analisis data, membuat simpulan dari hasil analisis data.

Andi dan Cici termasuk yang sering terlambat jika jadwal pembelajaran pada jam ke 1 dan 2. Budi, Dudi, Ema jarang bisa menyelesaikan tugas tepat waktu baik tugas di kelas maupun pekerjaan rumah. Pada saat kegiatan kelompok, aktivitas ketiganya tidak terlalu aktif.

Hasil wawancara Bu Khadijah dengan kelimanya menunjukkan Andi dan Cici termasuk anak yang terlalu dilindungi orangtua sehingga cenderung dimanja dan kurang mandiri. Sebaliknya orangtua Budi, Dudi, dan Ema cenderung melepas sehingga perkembangan prestasinya tidak tercermati dengan baik karenanya tumbuh kebiasaan belajar yang kurang baik seperti malas belajar dan motivasi belajar yang rendah. Dalam hal



pergaulan sehari-hari kelimanya adalah peserta didik yang pandai bergaul karena memiliki cukup banyak teman.

F. Rangkuman

1. Sebelum memasuki dan memulai kegiatan belajar-mengajar guru harus mengetahui bekal awal awal peserta didik. Hal ini akan memberikan bantuan kepada guru dalam merencanakan pembelajaran yang sesuai dengan kemampuan awal peserta didik. Aspek-aspek bekal awal ajar peserta didik meliputi fungsi kognitif, fungsi afektif, psikomotor.
2. Untuk mengidentifikasi jenis dan ruang lingkup pengetahuan yang telah diketahui dan dikuasai peserta didik dapat dilakukan dengan memberikan pertanyaan mengenai materi yang terdahulu (apersepsi) dan pre- tes sebelum mereka memulai dengan kegiatan belajar-mengajar.
3. Peserta didik diduga mengalami kesulitan belajar apabila tidak berhasil mencapai taraf kualifikasi hasil belajar tertentu berdasarkan indikator atau ukuran kapasitas (taraf intelegensi) atau kemampuan dalam program pelajaran atau tingkat perkembangan. Kualifikasi hasil belajar meliputi aspek kognitif, afektif, dan psikomotor.
4. Langkah-langkah dalam mengidentifikasi kesulitan belajar, yaitu (1) menandai dan menemukan kesulitan belajar, untuk mengetahui siapa-siapa yang mengalami kesulitan belajar; (2) melokalisasi letak kesulitan untuk mengetahui di manakah kelemahan-kelemahan itu terjadi; (3) mengidentifikasi faktor penyebab kesulitan belajar untuk mengetahui mengapa kelemahan-kelemahan itu terjadi.

G. Umpan Balik Dan Tindak Lanjut

Lakukan uji diri dengan jujur dan cermat seperti yang dijelaskan pada pembelajaran ke-1. Sebaiknya peserta banyak berlatih secara bersungguh-sungguh dari kasus kelas yang diasuh sebagai subjek latihan agar lebih percaya diri. Peserta juga dianjurkan bekerja keras untuk menambah pengetahuan dan wawasan terkait berbagai instrumen identifikasi untuk berbagai aspek dalam kemampuan awal, penggunaannya, dan pemanfaatan hasilnya agar pembelajaran bisa lebih kreatif dan efektif. Materi lain yang layak dipelajari adalah cara melakukan remedial, pengayaan, dan metodologi pembelajaran untuk memfasilitasi tindak lanjut remedial/ pengayaan secara kreatif dan efektif.

KUNCI/RAMBU-RAMBU JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

1. Pemahaman terhadap tahapan perkembangan memberikan informasi yang berguna dalam merencanakan pembelajaran yang sesuai dengan tahapan perkembangan peserta didik atau menyajikan pengalaman belajar kepada peserta didik pada masa-masa tertentu. Pemahaman terhadap tugas perkembangan akan membantu guru dalam membimbing peserta didik untuk menguasai keterampilan dan pola perilaku yang sesuai dengan tugas perkembangannya atau memahami apa yang harus diberikan kepada peserta didik.
2. Interaksi pendidikan berfungsi untuk mengembangkan seluruh potensi kecakapan dan karakteristik peserta didik diantaranya yaitu karakteristik fisik-motorik, intelektual, sosial, emosional dan moral, spiritual. Pemahaman yang memadai terhadap potensi, kecakapan dan karakteristik peserta didik akan berkontribusi dalam bentuk perlakuan, tindakan-tindakan yang bijaksana, tepat sesuai kondisi dan situasi. Pendidik akan menyiapkan dan menyampaikan pelajaran (media, bahan ajar, metode pembelajaran), memberikan tugas, latihan dan bimbingan disesuaikan dengan keragaman karakteristik peserta didik.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

1. Berpikir kreatif ditandai dengan cara berpikir divergen dan diwujudkan dengan: a) Merancang pembelajaran yang merangsang rasa ingin tahu siswa, b) Memberikan persoalan yang menuntut peserta didik memberikan beberapa jawaban (divergen) jangan diarahkan kepada satu jawaban, c) Memberi tugas untuk mengembangkan karya kreatif dan inovatif sesuai dengan bidang



- studi yang diampu, d) Menciptakan iklim yang demokratis yang menghargai ide-ide peserta didik dan diberikan kepercayaan kepada mereka untuk melaksanakan ide-idenya.
2. Oleh karena sebagian peserta didik kemampuan berpikirnya masih terbatas maka materi pembelajaran yang diberikan tidak terlalu abstrak, karena akan sulit dipahami oleh peserta didik. Gunakan media visual dan alat-alat peraga sesuai dengan materi pembelajaran yang memudahkan peserta didik memahami materi pembelajaran.
 3. Berikut ini adalah beberapa hal yang dapat dilakukan Bu Aisyah.
 - a. Identifikasi gejala dan masalah: 1) mencapai KKM melalui remedial dengan nilai di batas KKM, 2) rentang IQ normal bawah; 3) persepsi terhadap mata pelajaran IPA kurang tepat karena menganggapnya sulit; 4) memiliki konsep diri yang negatif terhadap mata pelajaran IPA karena berpikir tidak akan mampu menguasainya; 5) umumnya dapat mengerjakan tugas jika mendapat pendampingan yang intensif. Dari rentang IQ dan penyelesaian tugas yang perlu pendampingan intensif kemungkinan besar kelompok ini masuk kategori *slow learner* (pembelajar lambat). Masalah lain yang dimiliki adalah persepsi dan konsep diri terhadap IPA yang kurang tepat.
 - b. Saat perencanaan: 1) dalam konsep dan cara mengembangkan aspek yang sedang dikembangkan atau dibahas, misalnya kecakapan majemuk; 2) konsultasi kepada guru BK, 3) sampaikan rencana dan program kepada kepala sekolah, sejawat, dan orangtua peserta didik untuk mendapatkan dukungan; 4) kumpulkan informasi yang relevan seperti hasil psiko tes, prestasi, rapor, dan informasi terkait dengan perilaku lainnya; 5) kumpulkan informasi dari orangtua tentang hal yang terkait dengan aspek yang sedang dikembangkan, misalnya kegiatan dan kebiasaan peserta didik di rumah, bagaimana mereka tumbuh berkembang, serta bagaimana pemahaman dan upaya orangtua untuk menumbuhkembangkan aspek karakteristik yang sedang dibahas.
 - c. Saat pembelajaran, kepada peserta didik yang memiliki kendala: 1) lakukan pengamatan berbagai respon, proses, dan hasil peserta didik dalam melaksanakan berbagai tugas; 2) analisis data yang diperoleh, kelompokkan tipe materi berdasarkan kesulitan setiap peserta didik



menyelesaikan tugas sehingga lebih mudah menentukan bentuk dan intensitas bantuan yang diberikan; 3) motivasi untuk giat belajar, tidak mudah menyerah, berani bertanya; 4) beri perhatian lebih, pendampingan guru lebih intensif; 5) gunakan tutor sebaya, setiap orang dapat menjadi tutor sebaya pada materi yang menjadi kekuatannya; untuk kondisi yang tepat bisa dibentuk tutor sebaya dalam bentuk tim agar yang berkemampuan kurang bisa terbantu oleh yang berkemampuan lebih namun tetap mendapat kesempatan menjadi tutor untuk meningkatkan kepercayaan diri; ingatkan untuk membantunya dengan cara yang santun, guru perlu memberi contoh untuk itu; 6) gunakan sistem penghargaan bagi yang dapat menyelesaikan tugas/ berhasil mengatasi kendala; 7) selalu dorong untuk belajar lebih giat dan lebih baik; 8) selalu ingatkan untuk mencoba terus dan jangan takut salah karena itu bagian dari belajar; 8) gunakan metode pembelajaran yang variatif sesuai dengan kendala peserta didik; 9) integrasikan upaya peningkatan aspek yang sedang ditangani dalam pembelajaran melalui pembiasaan, disiplin dengan penguatan, dsb. ; 10) bangun iklim belajar yang sesuai dengan aspek yang sedang ditangani; 11) beri tugas dengan tema dan memberikan tema yang sesuai dengan kecerdasan peserta didik; 12) jadikan diri (guru) model atau teladan terkait aspek yang sedang ditangani; 13) buat kesepakatan tentang perilaku yang dapat dan tidak dapat diterima dan konsekuensi yang bersifat edukatif untuk perilaku yang tidak bisa diterima.

d. Bekerja sama dengan orangtua atau sejawat: 1) fasilitasi orangtua cara mendampingi putera/i nya agar lebih mudah belajar dan tetap giat belajar; 2) agar memperhatikan dan memfasilitasi perkembangan aspek yang sedang dikelola; 3) bertukar informasi terkait perkembangan aspek yang sedang dikelola sehingga jika ada kesulitan bisa segera ditangani bersama; 4) informasikan perkembangan kecerdasan lain (kecerdasan majemuk) yang dimiliki pembelajar lambat agar orangtua lebih memperhatikan/menghargai kelebihan putera/i mereka daripada keterbatasannya.

e. Hal lain yang dapat dilakukan guru untuk

1) *Slow learner* (pembelajar lambat)



- a) Bantu dengan pendampingan yang intensif baik langsung oleh guru, teman, atau melalui media yang sesuai.
 - b) Beri waktu lebih banyak untuk mencapai target KKM
 - c) Beri kesempatan mendapat rasa berhasil dengan memberikan tugas/pertanyaan yang lebih mudah atau sesuai kemampuan sehingga bisa menyelesaikan/menjawab
- 2) Peserta didik dengan konsep diri dan persepsi yang negatif terhadap mata pelajaran IPA: berikan pemahaman mengenai tujuan mata pelajaran, karya di bidang mata pelajaran, manfaat bagi kehidupan, dan studi lanjut.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

1. Perubahan fisik yang dialami remaja, yang terbesar pengaruhnya terhadap perkembangan jiwa remaja adalah pertumbuhan tubuh, mulai berfungsinya alat-alat reproduksi, dan tanda-tanda seks sekunder. Perubahan fisik tersebut menyebabkan kecanggungan bagi remaja karena ia harus menyesuaikan diri dengan perubahan-perubahan yang terjadi pada dirinya sendiri.. Hal ini lah yang menimbulkan emosi yang meninggi.
2. Dalam kegiatan belajar kegiatan fisik memiliki arti yang penting, selain sebagai pendukung kegiatan belajar juga berperan untuk memperoleh keterampilan tertentu, dan berpengaruh kepada perkembangan aspek intelektual, emosional, sosial, moral dan kepribadian. Peserta didik yang memiliki kelemahan aspek fisik perlu mendapat perhatian khusus tidak hanya berkaitan dengan aspek akademis, namun perlu mendapat dukungan emosional dan penerimaan sosial dari guru dan teman-teman sebayanya. Sehingga peserta didik bisa menerima keadaan fisiknya, dan memiliki konsep diri yang positif, serta harga diri.
3. Berikut ini adalah beberapa hal yang dapat dilakukan Bu Milati.
 - a. Identifikasi gejala dan masalah: berdasarkan gejala yang dihimpun, masalah anak asuh Bu Milati adalah rasa sakit dan gangguan emosi sebagai dampak menstruasi.
 - b. Saat perencanaan: lakukan seperti dijelaskan pada pembelajaran ke-2.
 - c. Saat pembelajaran: secara umum lakukan seperti dijelaskan pada pembelajaran ke-2 sesuai dengan masalah yang sedang ditangani.



- d. Hal lain yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut ini.
- 1) Bekerja sama dengan guru BK, pada waktu dan materi yang sesuai agar peserta didik memahami perkembangan fisik di usia remaja dan dampaknya terhadap kesehatan, perilaku, dan kondisi mental. Disampaikan pula apa yang perlu dilakukan oleh yang bersangkutan termasuk oleh orang-orang di sekitar mereka untuk mendukung.
 - 2) Untuk materi yang relevan memberikan penjelasan lebih komprehensif tentang dampak perkembangan sistem reproduksi, mekanisme, dampak, pencegahan, dan hal-hal yang perlu diwaspadai.
 - 3) Bekerja sama dengan guru Agama untuk penjelasan yang lebih rinci dari sisi Agama sehingga pemahaman peserta didik lebih komprehensif.
 - 4) Guru menjadi teladan dengan menunjukkan bagaimana bersikap terhadap peserta didik yang sedang bermasalah yaitu dengan bersikap empati, sabar, bijaksana, dan menolong. Guru memberi contoh bagaimana menjadi sosok yang pengertian dan siap menolong bahkan sebelum diminta sehingga membuat nyaman yang memerlukan bantuan.
 - 5) Ciptakan suasana belajar yang menyenangkan, empati, dan saling menolong. Guru bersikap ramah, bijaksana, menerima dan menghargai serta bersikap adil terhadap semua peserta didik. Menegur dengan cara yang sopan, tidak bersikap kasar atau meremehkan.
 - 6) Membuat kelompok heterogen dan menempatkan peserta didik yang bermasalah dengan peserta didik yang memiliki sikap yang lebih empati sehingga dapat membantu temannya saat kondisi fisik dan mentalnya sedang kurang baik.
 - 7) menggunakan pembelajaran atau tema yang memfasilitasi tumbuhnya sifat empati, saling menolong dan menghargai, misalnya teknik-teknik dalam *cooperative learning*.



KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

1. Beberapa alasan mengapa peserta didik perlu dibimbing untuk belajar mengendalikan emosi, diantaranya yaitu berkaitan dengan penerimaan sosial. Setiap kelompok sosial mengharapkan anak dapat mengekspresikan emosi dan berperilaku sesuai dengan norma-norma sosial. Penerimaan teman sebaya amat penting bagi remaja untuk meningkatkan harga dirinya sehingga dapat mengurangi risiko kenakalan remaja. Pengendalian emosi yang baik tidak hanya memberikan keberhasilan dalam kehidupan pribadi dan persahabatan, akan tetapi pada bidang akademik dan dunia kerja.
2. Pada masa remaja berkembang sikap konformitas yaitu kecenderungan untuk meniru, mengikuti opini, pendapat, nilai, sikap, kegemaran atau orang lain. Konformitas dilakukan karena tekanan dari teman sebaya (ingin diterima oleh kelompoknya). Konformitas dapat bersifat positif atau negatif. Bila remaja memiliki kemampuan dalam memilih teman sebaya yang baik, maka remaja cenderung melakukan konformitas yang positif. Dengan demikian remaja memiliki standar nilai-nilai sosial, nilai-nilai moral yang berlaku di masyarakat, sehingga terhindar dari kenakalan remaja.
3. Berikut ini adalah yang dapat dilakukan oleh Pak Amir dan Bu Zainab.
 - a) Identifikasi gejala dan masalah:
 - (1) Pak Amir: dari informasi yang terhimpun anak asuhnya bermasalah dalam pengendalian emosi atau memiliki kecerdasan emosi yang kurang baik
 - (2) Bu Zainab: anak asuhnya memiliki ciri-ciri individu yang memiliki keterampilan sosial yang rendah yaitu tidak disiplin dan kurang bertanggung jawab.
 - b) Perencanaan: lakukan seperti dijelaskan pada pembelajaran ke-2.
 - c) Saat Pembelajaran: seperti dijelaskan pada pembelajaran ke-2.
 - d) Hal lain yang dapat dilakukan Pak Amir adalah sebagai berikut ini.
 - (1) ubah/ pengaruhi/ perbaiki pemicu dan pola respon atas pengalaman emosional. Pemicu amarah: perasaan terancam, dipicu oleh ancaman fisik tetapi lebih sering oleh ancaman simbolik terhadap harga diri; martabat, keadilan, rasa ingin diperlakukan dengan baik dan hormat.
 - (2) Kendalikan respon yang membuat amarah dengan: (1) bantu cara redakan amarah dengan mengajarkan berpikir lebih positif terhadap situasi yang membuat marah; (2) berikan informasi yang dapat



meredakan amarah sebelum meletup, (3) redakan amarah secara fisiologis dengan memberikan waktu jeda untuk menenangkan diri.

e) Hal lain yang dapat dilakukan Bu Zainab adalah sebagai berikut ini.

(1) Gunakan pembelajaran yang memfasilitasi tumbuhnya kerja sama misalnya teknik-teknik dalam *cooperative learning* dan pembelajaran berbasis inkuiri yang dapat meningkatkan kemampuan komunikasi dan bergaul melalui kegiatan kelompok atau proyek.

4. Alternatif solusi tergantung pada kasus yang diangkat.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 5

1. Internalisasi bisa dilakukan antara lain: a) memberikan bimbingan yang positif dari orangtua dan guru dalam mempelajari konsep moral; b) memberikan disiplin yang tepat yaitu dengan memberikan penjelasan dan memberikan konsekuensi yang edukatif; c) memberikan keteladanan dari orangtua dan guru dalam berperilaku; d) membangun lingkungan sekolah dan keluarga yang harmonis sehingga kondusif bagi perkembangan moral peserta didik; e) melibatkan mereka kepada kegiatan yang prososial.
2. Remaja awal, mulai mempertanyakan secara kritis dan skeptis mengenai keberadaan dan sifat kemurahan serta keadilan Tuhan Karena diliputi rasa was-was sehingga banyak remaja yang enggan melakukan berbagai kegiatan ritual atau ibadah yang selama ini dilakukannya dengan penuh kepatuhan. Oleh karena itu perlu diberikan bimbingan dalam pendidikan agama yang disertai pemahaman. agar peserta didik memiliki kesadaran beragama yang baik, memiliki keimanan dan ketaqwaan yang tinggi, sehingga peserta didik memiliki akhlaq mulia.
3. Berikut adalah beberapa hal yang dapat dilakukan Bu Rahmi dan Bu Nani
 - a. Identifikasi gejala dan masalah
 - 1) Bu Rahmi: dari informasi yang dihimpun, anak asuhnya terkategori memiliki moral yang masih rendah seperti tidak jujur, dan kurang dapat dipercaya, kurang sopan santun/ tidak pandai menghargai orang lain.
 - 2) Bu Nani: anak asuhnya terkategori memiliki kecerdasan sipirtual yang belum berkembang seperti tidak ikhlas, kurang semangat, kurang rajin beribadah.



- b. Perencanaan: lakukan seperti pada pembelajaran ke-2.
- c. Pembelajaran: lakukan seperti pada pembelajaran ke-2
- d. Hal lain yang dapat dilakukan Bu Rahmi adalah sebagai berikut ini.
 - 1) Sepakati perilaku yang lebih khusus di kelas yang diturunkan dari aturan sekolah termasuk konsekuensi perilaku yang tidak diterima.
 - 2) Ingatkan bahwa kejujuran dan dapat dipercaya adalah modal awal bagi terbentuknya pribadi yang berkualitas.
 - 3) Jelaskan bahwa setiap orang memiliki hak yang sama untuk dihormati sehingga saling menghormati haruslah menjadi akhlak yang dimiliki oleh setiap peserta didik..
- e. Hal lain yang dapat dilakukan Bu Nani adalah sebagai berikut ini.
 - 1) Jelaskan bahwa salah dan gagal adalah bagian dari pembelajaran karenanya tidak ada alasan untuk takut mencoba. Beri semangat untuk berani mencoba.
 - 2) Bekerja sama dengan guru Agama untuk menguatkan pemahaman dan jika diperlukan bersama dengan guru Agama membuat program bantuan.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 6

1. Sikap dan kebiasaan belajar terbentuk karena perilaku yang diulang-ulang dalam waktu yang cukup lama, sehingga dampaknya tidak hanya pada prestasi belajar saja, melainkan pada pembentukan karakter. Bila anak memiliki sikap dan kebiasaan belajar yang positif maka selain prestasi belajarnya bagus, juga memiliki karakter yang baik, rajin, tekun, disiplin, dan tangguh dalam menghadapi hal-hal yang mengganggu kegiatan belajar (bila menghadapi kesulitan belajar, hambatan emosional, masalah remaja dan stress dsb.), serta produktif.
2. Guru bisa melakukan diantaranya: a) memahami kondisi peserta didik, bersikap menerima, adil, perhatian, khususnya pada anak-anak yang kurang cerdas atau yang memiliki gangguan emosi atau lainnya, b) jangan mudah marah jika anak tidak dapat mengerjakan tugas; c) rancang pembelajaran yang menarik; d) beri informasi manfaat dari materi yang diajarkan; e) ciptakan iklim belajar yg demokratis, menyenangkan, membantu



- bila peserta didik mengalami kesulitan, sehingga peserta didik memiliki sikap ,positif terhadap belajar; f) memberikan informasi manfaat belajar; g) pembiasaan dan disiplin yang disertai konsekuensi yan mendidik.
3. Berikut ini adalah hal yang dapat dilakukan oleh Bu Fatimah.
- a. Identifikasi gejala dan masalah: dari informasi yang dihimpun peserta didik Bu Fatimah memiliki sikap dan kebiasaan yang kurang baik.
 - b. Persiapan: lakukan seperti pada pembelajaran ke-2.
 - c. Pembelajaran: lakukan seperti pada pembelajaran ke-2.
 - d. Berikut ini adalah hal lain yang dapat dilakukan Bu Fatimah.
 - 1) Jelaskan pentingnya memiliki sikap dan kebiasaan belajar yang baik untuk keberhasilan belajar, studi lanjut, dan bekerja.
 - 2) Buat kesepakatan atau jika perlu program untuk membantu membangun sikap dan kebiasaan belajar
 - 3) Latih peserta didik bagaimana cara belajar yang baik atau keterampilan belajar (*study skills*).
 - 4) Rancang pembelajaran yang memfasilitasi terbangunnya keterampilan belajar serta sikap dan kebiasaan belajar yang baik.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 7

1. Dengan mengetahui kemampuan awal peserta didik, yaitu keragaman dalam taraf kesiapannya, kematangan, kemampuan intelektual, serta tingkat penguasaan dari pengetahuan dan keterampilan dasar sebagai landasan bagi penyajian bahan baru. Maka guru dapat mempertimbangkan dalam memilih bahan, prosedur, metode, teknik dan alat bantu belajar-mengajar yang sesuai.
2. Guru dapat mengidentifikasi kecerdasan peserta didik dengan: a) mengamati cepat atau lambatnya menyelesaikan tugas pekerjaannya dibandingkan dengan peserta didik lainnya dalam kelas atau kelompok sebayanya; b) peserta didik yang cenderung selalu lebih cepat dan mudah menyelesaikan tugas pekerjaannya (*accelerated students*), peserta didik yang cenderung selalu mencapai hasil rata-rata (*average students*), peserta didik yang cenderung selalu mencapai hasil lebih rendah dari prestasi kelas atau kelompoknya dan hampir tidak pernah dapat menyelesaikan tugas pekerjaannya ampai batasa waktu yang ditetapkan (*slow learner*).



3. Dilakukan dengan cara: a) observasi sikap dan perilaku peserta didik dalam KBM; b) wawancara; c) analisis catatan kehadiran; d) analisis catatan dalam pengerjaan tugas; e) bekerja sama dengan guru BK menganalisis himpunan data perilaku peserta didik, seperti data kesehatan, sosiometri sikap kebiasaan belajar, minat dan motivasi belajar, kondisi emosional.
4. Berikut yang dapat dilakukan Bu Khadijah.
 - a) Siapa yang bermasalah?: 1) Andi, Budi Cici, Dudi, dan Ema mendapat nilai UH dan UTS di sekitar rata-rata; 2) Andi dan Cici sering terlambat masuk kelas. Keduanya terlalu dilindungi orangtuanya/ *over protective* → sehingga siswa tidak mandiri; 3) Budi, Dudi, dan Ema: jarang selesai mengerjakan tugas di kelas maupun pekerjaan rumah. Orangtuanya terlalu melepas sehingga lalai dalam belajar → malas belajar
 - b) Dimana letak masalahnya?
 - 1) Tandai dan temukan kesulitan belajar: peserta didik yang memiliki kesulitan belajar sejumlah 5 orang sehingga ini masuk kasus individu. Nilai UH dan UTS pun mengumpul di sekitar batas bawah ketuntasan belajar sehingga kelimanya mendapat prioritas yang sama. Andi dan Cici sering terlambat sedangkan Budi, Dudi, dan Ema lambat dalam menyelesaikan tugas.
 - 2) Lokalisasi kesulitan belajar: Ke-5 peserta didik bermasalah pada materi yg memerlukan keterampilan berpikir tingkat tinggi yaitu mengolah dan menganalisis data serta menyimpulkannya. Materi subjek yang belum dikuasai adalah pembentukan energi yang memerlukan pemahaman komprehensif atas materi prasyarat.
Masalah lain yang dihadapi Andi dan Cici adalah belum mandiri dalam belajar sedangkan Budi, Dudi, dan Ema malas belajar.
 - 3) Identifikasi penyebab kesulitan belajar
Oleh karena jumlah peserta didik yang mengalami kesulitan belajar hanya 5 orang, penyebabnya biasanya berasal dari diri peserta didik sendiri. Dari informasi yang diperoleh bisa disimpulkan KB Andi dan Cici disebabkan tanggungjawab dan kemandirian keduanya belum berkembang. Sifat perlindungan yang berlebihan dari orangtua dapat



menjadi satu kontribusi terjadinya kesulitan belajar. Begitu pula dengan kesadarannya untuk belajar belum tumbuh dari dirinya sendiri.

Untuk Budi, Dudi, dan Ema penyebab kesulitan belajar adalah kebiasaan yang salah dalam belajar yaitu malas belajar dan mengerjakan tugas dari guru. Satu faktor yang mungkin menjadi kontribusi untuk itu adalah perhatian dan dorongan orangtua yang belum optimum sehingga tidak termotivasi untuk belajar.

Jika dilihat dari jenisnya, jenis penyebab kesulitan belajar kelima anak asuh B Khadijah adalah kelemahan mental (motivasi/ minat yang rendah); kebiasaan-kebiasaan yang salah (malas, sering bolos, kurang minat); dan kurang paham pengetahuan dasar (pengetahuan prasyarat belum terkuasai dengan baik).

EVALUASI

1. Jelaskan 3 aspek perkembangan masa remaja dengan ciri-cirinya!
2. Jelaskan cara mengembangkan berpikir kreatif melalui pembelajaran!
3. Peserta didik SMP berada pada tahap perkembangan formal operasional, namun masih banyak peserta didik yang kemampuan berpikirnya abstraknya terbatas, karena masih melakukan konsolidasi terhadap kemampuan operasional konkret. Sebagai guru apa yang akan bapak/ibu lakukan?
4. Perubahan fisik yang terjadi pada masa remaja terjadi sangat mencolok dan jelas sehingga dapat mengganggu keseimbangan yang sebelumnya terbentuk, hal ini sering menimbulkan emosi yang meninggi, jelaskan?
5. Kerjakanlah kasus-kasus berikut ini, identifikasi gejala dan masalahnya, serta usulkan alternatif solusi untuk itu. Bekerjalah dalam kelompok dan presentasikan hasilnya.

Berikut simpulan Pak Amir dari informasi yang berhasil dikumpulkan terkait beberapa anak asuhnya.

- a) saat bekerja sama dalam kelompok kadang-kadang tidak dapat mengendalikan diri dan cenderung marah saat pendapatnya tidak diterima.
- b) kadang-kadang merasa paling benar sehingga kurang dapat menghargai pemikiran anggota kelompok lainnya.
- c) marah terhadap guyonan dimana teman lainnya merasa hal tersebut biasa saja

Berikut adalah informasi yang berhasil dikumpulkan Bu Zainab terkait anak asuh yang sedang ditangani:

- a) seringkali terlambat dalam menyelesaikan tugas, kadang-kadang tidak menyelesaikan tugas di kelas, tidak melaksanakan tugas



- sesuai kesepakatan saat kerja kelompok;
- b) saat pembelajaran menggunakan HP secara sembunyi-sembunyi
 - c) sering keluar masuk saat pembelajaran
 - d) tidak memasukan baju atasan ke dalam rok, melipat bagian ujung lengan baju, tidak menggunakan sepatu wajib,
 - e) bolos pada jam terakhir
6. Tentukanlah kasus perkembangan kecerdasan dan aspek sosial dari peserta didik di kelas Anda, identifikasi gejala dan masalahnya, serta rancang apa yang sebaiknya Anda lakukan sebagai alternatif solusi!
 7. Pada masa remaja diharapkan mencapai kematangan dalam aspek moral memiliki kode moral yang menjadi pedoman hidupnya. Bagaimana caranya agar proses internalisasi nilai-nilai moral dapat dicapai pada usia remaja?
 8. Peserta didik pada masa remaja awal cenderung memiliki sikap skeptis terhadap penghayatan keagamaan. Apa dampaknya kepada perilaku religius peserta didik?
 9. Salah satu faktor eksternal penyebab sikap kebiasaan belajar yang negatif adalah faktor guru. Bagaimana upaya bapak/ibu sebagai guru untuk meningkatkan sikap kebiasaan belajar yang positif?
 10. Bagaimana caranya bapak/ibu mengidentifikasi faktor penyebab kesulitan belajar yang berasal dari dalam diri peserta didik, yang sumbernya bukan dari faktor potensi?

PENUTUP

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Mata Pelajaran Fisika Kelompok Kompetensi A yang berjudul Perkembangan Peserta Didik disiapkan untuk guru pada kegiatan diklat baik secara mandiri maupun tatap muka di lembaga pelatihan atau di MGMP. Materi modul disusun sesuai dengan kompetensi pedagogik yang harus dicapai guru pada Kelompok Kompetensi A. Guru dapat belajar dan melakukan kegiatan diklat ini sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, eksperimen, latihan dsb. Modul ini juga mengarahkan dan membimbing peserta diklat dan para widyaiswara/fasilitator untuk menciptakan proses kolaborasi belajar dan berlatih dalam pelaksanaan diklat.

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

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

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian,A.G. (2001). **ESQ: Emotional Spiritual Quotient**. Jakarta: Arga.
- Ali, M., dan Asrori,M. (2014). **Psikologi Remaja: Perkembangan Peserta Didik**. Jakarta: Bumi Aksara.
- Atkinson, R.L., Atkinson, R.C., Hilgard, E.R. (1996). **Pengantar Psikologi**, Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Chaplin, J.P., (1999). **Kamus Lengkap Psikologi**. Jakarta: PT. Raja Garfindo Persada.
- DePorter, B. dan Hernacks, M. (2001). **Quantum Learning**, Bandung : Kaifa.
- DePorter, B., Reardon, M., Nouri, S.S. (2001). **Quantum Teaching**, Bandung: Kaifa.
- Djamarah, S. B., (2002). **Pikologi Belajar**.Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Gunawan, A., W., (2006). **Genius Learning Strategi**. Jakarta: PT. Gramdeia Pustaka Utama.
- Hurlock, E.B. (2013). **Psikologi Perkembangan**, Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Jonni, K., (2006). **Psikologi unuk Anak dan Remaja II**. Batam: Karisma Publishing Group.
- LN. Yusuf,S. (2012). **Psikologi Perkembangan Anak dan Remaja**. Bandung: PT Remaja RosdaKarya.
- LN. Yusuf,S., (2006). **Program Bimbingan dan Konsling di Sekolah (SLTP dan SLTA)**. Bandung: Pustaka Bani Qraisyi.
- Loree, M.R. (1970). **Psychology of Education**, New York : The Ronald Press.
- Makmun, A., S., (2009). **Psikologi Kependidikan**, Bandung : C.V. Rosda Karya.
- Natawijaya,R., **Psikologi Perkembangan**, Jakarta : Dep.Dik.Bud.



- Nurihsan, A. J., & Agustin, M., (2013). ***Dinamika Perkembangan Anak & Remaja. Tinjauan Psikologi Pendidikan dan Bimbingan.*** Bandung:Refika Aditama.
- Santrock, J.,W. (2012). ***Life-Span Development.*** Edisi ke 13, Jilid 1. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Sukmadinata, N. S., (2007). ***Bimbingan dan Konseling dalam Praktek. Mengembangkan Potensi dan kepribadian Siswa.*** Bandung: Maestro.
- Sunarto, H., Hartono,A.,B., (2002). ***Perkembangan Peserta Didik,*** Jakarta : P.T. Asdi Mahasatya.
- Surya (2003). ***Psikologi Pembelajaran dan Pengajaran,*** Bandung : Yayasan Bhakti Winaya.
- Syah, M., (1995). ***Psikologi Pendidikan. Dengan Pendekatan Baru.*** Bandung. Rosda Karya.
- Witheringtpn, H.C. (1978). ***Educational Psychology.*** Boston: Ginn and Cp.
- Yeon, Weinstein, (1996). ***A Teachers World, Psychology in the Classroom :*** Mc. Graw-Hill, Inc

GLOSARIUM

Keterampilan proses:	keterampilan peserta didik untuk mengelola hasil yang didapat dalam kegiatan belajar mengajar yang memberi kesempatan seluas-luasnya kepada peserta didik untuk mengamati, menggolongkan, menafsirkan, meramalkan, menerapkan, merencanakan penelitian dan mengkomunikasikan hasil perolehannya tersebut
Kompetensi Dasar:	kemampuan dan muatan pembelajaran untuk suatu mata pelajaran pada Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah yang mengacu pada Kompetensi Inti.
Kompetensi Inti:	merupakan tingkat kemampuan untuk mencapai Standar Kompetensi Lulusan yang harus dimiliki seorang peserta didik Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah pada setiap tingkat kelas.
Kurikulum:	seperangkat rencana dan pengaturan mengenai tujuan, isi, dan bahan pelajaran serta cara yang digunakan sebagai pedoman penyelenggaraan kegiatan pembelajaran untuk mencapai tujuan pendidikan tertentu
Penilaian:	proses pengumpulan dan pengolahan informasi untuk mengukur pencapaian hasil belajar peserta didik.
Peserta didik:	anggota masyarakat yang berusaha mengembangkan potensi diri melalui proses pembelajaran yang tersedia pada jalur, jenjang, dan jenis pendidikan tertentu.



- Portofolio: kumpulan karya-karya peserta didik dalam bidang tertentu yang diorganisasikan untuk mengetahui minat, perkembangan, prestasi, dan/atau kreativitas peserta didik dalam kurun waktu tertentu.
- Science Literacy: memahami IPA (sains) dan mengaplikasikannya bagi kebutuhan masyarakat

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN FISIKA SMA

TERINTEGRASI
PENGUATAN PENDIDIKAN KARAKTER

KELOMPOK KOMPETENSI A

BESARAN, SATUAN, DAN PENGUKURAN; VEKTOR; GERAK BENDA; DAN HUKUM NEWTON

■ Wandy Praginda, S.Pd., M.Si.



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

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

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

**Besaran, Satuan, dan Pengukuran;
Vektor; Gerak Benda; dan Hukum
Newton.**

**Penyusun:
Wandy Praginda, S.Pd., M.Si.**



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

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

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

**KELOMPOK KOMPETENSI A
Besaran, Satuan, dan Pengukuran;
Vektor; Gerak Benda; dan Hukum
Newton**

Penanggung Jawab
Dr. Sediono Abdullah

Penyusun
Wandy Praginda, S.Pd., M.Si. *022-4231191* *oneddy31.cdetep@gmail.com*

Penyunting
Drs. Iwan Heryawan, M.Si.

Penelaah
Dr. Andi Suhandi, M.Si.

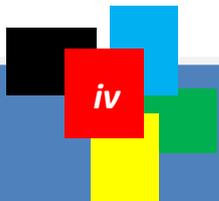
Penata Letak
Dedi Mulyadi

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

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

KATA SAMBUTAN





KATA PENGANTAR

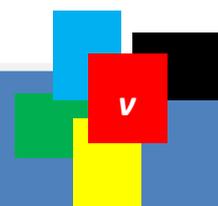
Puji dan syukur kami panjatkan ke Hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Pembinaan Karier Guru Pembelajar Mata Pelajaran Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*Learning Material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul Pembinaan Karier Guru melalui Peningkatan Kompetensi disusun dalam rangka fasilitasi program peningkatan kompetensi guru pasca UKG yang telah diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. Materi modul dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi Guru sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru yang dijabarkan menjadi Indikator Pencapaian Kompetensi Guru.

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

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

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





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

Bandung, Februari 2017
Kepala PPPPTK IPA,

Dr. Sediono, M.Si.
NIP. 195909021983031002



DAFTAR ISI

	Hal
KATA SAMBUTAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiii
PENDAHULUAN	
	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup	2
E. Saran Cara Penggunaan Modul	3
PEMBELAJARAN	
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1: <i>Besaran, Satuan dan Pengukuran</i>	8
A. Tujuan	9
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	9
C. Uraian Materi	9
D. Aktivitas Pembelajaran	66
E. Latihan/Kasus/Tugas	72
F. Rangkuman	77
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	77
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2: <i>Vektor dan Skalar</i>	78
A. Tujuan	79
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	79
C. Uraian Materi	79
D. Aktivitas Pembelajaran	88
E. Latihan/Kasus/Tugas	91
F. Rangkuman	92



G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	93
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3: <i>Gerak Benda</i>	94
A. Tujuan	95
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	95
C. Uraian Materi	95
D. Aktivitas Pembelajaran	124
E. Latihan/Kasus/Tugas	135
F. Rangkuman	138
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	139
KEGIATAN PEMBELAJARAN 4: <i>Hukum Newton</i>	141
A. Tujuan	142
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	142
C. Uraian Materi	142
D. Aktivitas Pembelajaran	149
E. Latihan/Kasus/Tugas	163
F. Rangkuman	166
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	167
KUNCI JAWABAN	168
EVALUASI	175
PENUTUP	180
DAFTAR PUSTAKA	181
GLOSARIUM	183
Lampiran 1. Peta Kompetensi Profesional Guru Mata Pelajaran Fisika SMA	
Lampiran 2. Kisi-Kisi Ujian Sekolah Berstandar Nasional Sekolah Menengah Atas/ Madrasah Aliyah Kurikulum 2013 Tahun Pelajaran 2016/2017	
Lampiran 3. Kisi-Kisi Ujian Sekolah Berstandar Nasional Sekolah Menengah Atas/ Madrasah Aliyah Kurikulum 2006 Tahun Pelajaran 2016/2017	
Lampiran 4. Kisi-Kisi Penulisan Soal	
Lampiran 5. Kartu Soal (Pilihan Ganda)	
Lampiran 6. Kartu Soal (Uraian)	
Lampiran 7. Instrumen Telaah Soal Hots Bentuk Tes Pilihan Ganda	
Lampiran 8. Instrumen Telaah Soal Hots Bentuk Tes Uraian	



DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar I	Alur Strategi Pelaksanaan Pembelajaran Tatap Muka	3
Gambar II	Alur Pembelajaran Tatap Muka Penuh	4
Gambar III	Alur Pembelajaran Tatap Muka Kombinasi (<i>in-on-in</i>)	6
Gambar 1	Kegiatan pengukuran massa anak timbangan di laboratorium kalibrasi PPPPTK IPA Bandung	8
Gambar 1.1	Satu meter standar	12
Gambar 1.2	Satu kilogram standar	12
Gambar 1.3	Satu sekon standar	13
Gambar 1.4	Satu rad standar	14
Gambar 1.5	Satu steradian standar	14
Gambar 1.6	skematik besaran turunan kecepatan	14
Gambar 1.7	Berbagai jenis alat ukur panjang	19
Gambar 1.8	Berbagai jenis alat ukur massa	19
Gambar 1.9	Berbagai jenis alat ukur waktu	20
Gambar 1.10	Berbagai jenis alat ukur arus listrik	20
Gambar 1.11	Berbagai jenis alat ukur suhu	20
Gambar 1.12	Berbagai jenis Dinamometer	20
Gambar 1.13	Spedometer biasa dan digital	20
Gambar 1.14	Jenis Jangka Sorong	21
Gambar 1.15	Bagian-bagian jangka sorong	21
Gambar 1.16	Bentuk jangka sorong analog dengan berbagai ketelitian	22
Gambar 1.17	Mikrometer sekrup	23
Gambar 1.18	Bagian-bagian micrometer sekrup	24
Gambar 1.19	Neraca teknis	25
Gambar 1.20	Bagian-bagian neraca teknis	25
Gambar 1.21	Alat ukur standar Galvanometer	27
Gambar 1.22	Alat ukur sekunder	27
Gambar 1.23	Basic meter unit	28
Gambar 1.24	Ampermeter shunt	28
Gambar 1.25	Ampermeter dengan basic meter unit	28
Gambar 1.26	Ampermeter shunt	30



Gambar 1.27	Rangkaian penyearah pada ampermeter AC	30
Gambar 1.28	Contoh dasar ampermeter	30
Gambar 1.29	Voltmeter DC sederhana (dengan menggunakan ampermeter)	31
Gambar 1.30	Voltmeter dengan basic meter unit dan multiplier	31
Gambar 1.31	Pengubahan batas ukur aplikasi 1	32
Gambar 1.32	Tegangan dengan dan tanpa meter	34
Gambar 1.33	Ekuivalen dengan dan tanpa meter	34
Gambar 1.34	Rangkaian penyelesaian aplikasi 1	35
Gambar 1.35	Dasar ohmeter seri	36
Gambar 1.36	Pembuatan tanda/skala ohmmeter	37
Gambar 1.37	Skala logaritimis pada ohmmeter seri	37
Gambar 1.38	Aplikasi ohmmeter seri	38
Gambar 1.39	Dasar ohmmeter parallel	39
Gambar 1.40	Skala ohmmeter parallel	39
Gambar 1.41	Jenis-jenis multimeter elektronik di pasaran	40
Gambar 1.42	Multimeter analog	40
Gambar 1.43	Skema Rangkaian Voltmeter DC elektronika	41
Gambar 1.44	Rangkaian Op-Amp Penyearah	42
Gambar 1.45	Rangkaian ohmmeter elektronik	43
Gambar 1.46	Skala pada multimeter elektronik	45
Gambar 1.47	Selektor jarum nol	45
Gambar 1.48	Panel depan multimeter	46
Gambar 1.49	Fungsi skala multimeter	46
Gambar 1.50	Fungsi Jarum penunjuk	46
Gambar 1.51	Fungsi <i>zero adjust screw</i>	46
Gambar 1.52	Fungsi <i>Ohm adjust knob</i>	46
Gambar 1.53	Fungsi <i>selector switch</i>	46
Gambar 1.54	Fungsi lubang kutub (VAΩ terminal)	47
Gambar 1.55	Fungsi lubang kutub+(<i>common terminal</i>)	47
Gambar 1.56	Knob pemilih range	47
Gambar 1.57	Rangkaian pengukuran tegangan DC	47
Gambar 1.58	Penunjukan pengukuran tegangan DC	47
Gambar 1.59	Pengawatan pengukuran tegangan DC yang tidak benar	48
Gambar 1.60	Posisi Knob pada range Tegangan AC	48
Gambar 1.61	Rangkaian pengukuran tegangan AC jala-jala PLN	48
Gambar 1.62	Penunjukan pengukuran tegangan AC	48
Gambar 1.63	Rangkaian kalibrasi tegangan	49
Gambar 1.64	rangkaian pengukuran arus DC	50



Gambar 1.65	Posisi knob pada <i>range</i> arus DC	51
Gambar 1.66	Skala penunjukan arus DC	51
Gambar 1.67	Posisi knob pada <i>range</i> arus DC yang lebih kecil	51
Gambar 1.68	Rangkaian pengukuran arus DC yang salah	51
Gambar 1.69	Rangkaian kalibrasi arus	52
Gambar 1.70	Cara pemasangan ohmmeter	54
Gambar 1.71	Posisi pemindahan cakupan ohmmeter	54
Gambar 1.72	Kalibrasi ohmmeter	54
Gambar 1.73	Penempatan resistor pada pengukuran ohm	54
Gambar 1.74	Penunjukan hasil pengukuran ohm	55
Gambar 1.75	Rangkaian pengukuran resistansi	55
Gambar 1.76	Cara Membuka sekrup pengunci	55
Gambar 1.77	Bagian belakang multi meter	55
Gambar 1.78	Posisi skala dB meter	56
Gambar 1.79	Pengenolan sebelum mengukur hambatan	56
Gambar 1.80	Pengukuran arus bocor transistor NPN	56
Gambar 1.81	Posisi skala pembacaan ICEO	56
Gambar 1.82	Rangkaian pengetesan LED dengan ohmmeter	57
Gambar 1.83	Pengukuran arus IF dioda bias maju	57
Gambar 1.84	Pengukuran arus IR dioda bias mundur	57
Gambar 1.85	Posisi skala pembacaan LV	58
Gambar 1.86	Gerakan jarum pengukuran kapasitor	58
Gambar 1.87	Posisi skala kapasitor	58
Gambar 1.88	Pengenolan jarum ohm meter	59
Gambar 1.89	Tampilan Pengenolan ohmmeter	59
Gambar 1.90	Pengetesan dioda bias maju	59
Gambar 1.91	Pengetesan dioda bias bali	59
Gambar 1.92	Knob selektor posisi ohmmeter	60
Gambar 1.93	kalibrasi ohmmeter	60
Gambar 1.94	Tampilan kalibrasi ohmmeter	60
Gambar 1.95	Pengetesan transistor NPN emitor negatif meter nunjuk nol	60
Gambar 1.96	Pengetesan transistor NPN kolektor negatif meter nunjuk nol	60
Gambar 1.97	Pengetesan basis emitor reverse	61
Gambar 1.98	Pengetesan basis kolektor reverse	61
Gambar 1.99	SCR Anoda gate dikopel katoda tegangan negatif	61
Gambar 1.100	<i>Gate</i> dilepaskan posisi jarum tetap nol	61
Gambar 1.101	Elektroda SCR FIR 3D	62
Gambar 1.102	Pelepasan skrup pengunci sekering	62
Gambar 1.103	Posisi sekering dalam PCB	62



Gambar 1.104	Pengetesan sekering	63
Gambar 1.105	Pengukuran baterai	63
Gambar 1.106	Pengecekan colok meter	63
Gambar 1.107	Bentuk basicmeter di sekolah	64
Gambar 1.108	Jenis-jenis multimeter di sekolah	64
Gambar 2	Vektor posisi terakhir Pesawat MH370 sebelum hilang	78
Gambar 2.1	Gambar dan notasi vektor	80
Gambar 3.	Dua joki anak-anak usia 6 - 8 tahun mengikuti lomba balap pacuan kuda tradisional di Desa Penyaring, Kabupaten Sumbawa Besar, Nusa Tenggara	95
Gambar 3.1	Posisi pembalap pada suatu balap sepeda	96
Gambar 3.2	Penentuan jarak benda dari titik acuan	97
Gambar 3.3	Penentuan perpindahan benda dari titik acuan	97
Gambar 3.4	Sebuah Vektor kecepatan	102
Gambar 3.5	Menjumlah beberapa vektor kecepatan	102
Gambar 3.6	Pengurangan vektor	102
Gambar 3.7	Dua vektor kecepatan searah	102
Gambar 3.8	Pengurangan dua vektor kecepatan	103
Gambar 3.9	Diagram (x – t) GLB	104
Gambar 3.10	Diagram (x – t) GLBB	104
Gambar 3.11	Diagram (v – t)	105
Gambar 3.12	Gerak jatuh bebas	105
Gambar 3.13	Penentuan percepatan pada luasan di bawah diagram (v-t)	106
Gambar 3.14	Penentuan percepatan pada diagram (v – t).	107
Gambar 3.15	Koordinat Cartesian sebuah titik p	108
Gambar 3.16	Posisi partikel dinyatakan dari titik acuan 0 pada sumbu X	108
Gambar 3.17	Kecepatan rata – rata suatu partikel sebagai slope dari x fungsi t.	109
Gambar 3.18	Gerak vertikal	114
Gambar 3.19	Diagram (v-t) percepatan dan perlambatan	115
Gambar 3.20	Hasil pemotretan gerak jatuh bebas dan gerak parabola	116
Gambar 3.21	Gerak Parabola	116
Gambar 3.22	Pergeseran dan kecepatan rata-rata gerak melengkung	117
Gambar 3.23	Percepatan dalam lintasan melengkung	118
Gambar 3.24	Jika percepatan tetap, lintasan adalah suatu parabola	119



DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel I	Daftar Lembar Kerja Modul Profesional KK A	7
Tabel 1.1	Satuan Internasional	11
Tabel 1.2	Perbandingan sistem MKS dan CGS	16
Tabel 1.3	contoh satuan tidak baku	16
Tabel 1.4	Data Pengukuran Berulang	18
Tabel 1.5	Contoh Harga Rx dan D	37
Tabel 1.6	Spesifikasi umum meter elektronik analog	43
Tabel 1.7	Spesifikasi Probe multimeter pengukuran tegangan tinggi	43
Tabel 1.8	Cakupan pengukuran dan akurasi	43
Tabel 1.9	Contoh data kalibrasi voltmeter	50
Tabel 1.10	Contoh data Kesalahan dan koreksi relatif	50
Tabel 1.11	Contoh data kalibrasi arus	53
Tabel 1.12	Kesalahan dan koreksi relatif	53
Tabel 2.1	Tabel tabulasi penjumlahan vektor	84

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

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

Modul Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan yang berjudul “Besaran, Satuan, dan Pengukuran; Vektor, Gerak Benda; dan Hukum Newton” merupakan modul untuk kompetensi profesional guru pada Kelompok Kompetensi A (KK A) SMA. 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 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 merupakan salah satu cara **perwujudan kompetensi sosial dan kepribadian guru (Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007)** dalam bentuk modul. Selain itu,



disediakan latihan soal bentuk pilihan ganda, yang berfungsi sebagai model bagi guru dalam mengembangkan soal-soal UN/USBN di daerahnya masing-masing.

Pada bagian pendahuluan modul diinformasikan mengenai tujuan secara umum yang harus dicapai oleh guru, Peta Kompetensi yang harus dikuasai guru pada KK A, Ruang Lingkup, dan Cara Penggunaan Modul. Pembelajaran melalui modul ini diakhiri dengan evaluasi untuk mengetahui tingkat penguasaan konsep guru terhadap materi yang dipelajari.

B. Tujuan

Setelah mempelajari modul PKB KK A dengan kerja keras, kerja sama dan penuh tanggungjawab, diharapkan Anda dapat meningkatkan kompetensi profesional sebagai guru fisika berupa tingkat pemahaman, penerapan, dan analisis terkait dengan kajian materi Besaran, Satuan, dan Pengukuran; Vektor, Gerak Benda; dan Hukum Newton.

C. Peta Kompetensi

Modul KK A ini dikembangkan berdasarkan peta kompetensi yang telah dirumuskan dan menjadi acuan serta arahan bagi penulis dan Anda sebagai pengguna modul. Peta kompetensi ini berisi komponen inti, komponen guru mata pelajaran, dan indikator esensial atau indikator pencapaian kompetensi (IPK). Silahkan Anda lihat peta kompetensi terlebih dahulu pada Lampiran 1. Adapun Kompetensi inti yang diharapkan setelah guru belajar dengan menggunakan modul ini adalah menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran Fisika di SMA.

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi pada modul secara umum meliputi beberapa bagian, yaitu:

1. **Pendahuluan** berisi latar belakang, tujuan belajar, peta kompetensi kompetensi guru yang diharapkan dicapai, ruang lingkup dan saran penggunaan modul;
2. **Kegiatan Pembelajaran**, berisi kegiatan pembelajaran 1, 2 dan seterusnya sampai materi n. Setiap kegiatan pembelajaran berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik dan Tindak Lanjut;



3. **Evaluasi** secara keseluruhan agar Anda dapat melakukan Evaluasi Diei (*self assesment*), sebagai tolak ukur untuk mengetahui keberhasilan diri sendiri, dan bagian;
4. **Penutup.**
Adapun secara khusus, rincian materi kegiatan pembelajaran pada modul KK B meliputi:
 1. **Besaran, Satuan dan Pengukuran:** Besaran Pokok; Besaran Turunan; Satuan Baku dan Satuan Tak baku; Pengukuran.
 2. **Vektor dan Skalar:** Besaran skalar dan vektor, Penjumlahan vektor, Perkalian Vektor,
 3. **Gerak Benda:** Besaran Gerak dan Jenis Gerak benda
 4. **Hukum Newton:** Hukum-hukum Newton tentang gerak dan Diagram Gaya Bebas

E. Saran Cara Penggunaan Modul

Cara penggunaan modul pada setiap aktivitas pembelajaran disesuaikan dengan skenario setiap penyajian mata diklat. Modul ini dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran oleh guru dengan moda tatap muka penuh, atau moda tatap muka kombinasi (*in-on-in*). Berikut ini gambar yang menunjukkan langkah-langkah kegiatan pembelajar secara umum.



Gambar 1. Alur Strategi Pelaksanaan Pembelajaran Tatap Muka



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

1. Kegiatan Diklat Tatap Muka Penuh

Kegiatan tatap muka penuh ini dilaksanakan secara terstruktur yang di pandu oleh fasilitator. Pelaksanaan pembelajaran tatap muka penuh menggunakan alur berikut ini.



Gambar II. Alur Pembelajaran Tatap Muka Penuh

a) *Pendahuluan*

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada Anda 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, cara penggunaan modul.

b) *Pengkajian materi*

Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada Anda untuk mereview kembali dengan cara mempelajari materi pada setiap kegiatan pembelajaran yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Pelajari uraian materi sampai tuntas, selanjutnya buatlah rangkuman dalam bentuk peta konsep (*mindmap*) sesuai



keatifitas Anda. Tahapan pengkajian materi dapat dilakukan secara individual atau berkelompok.

c) *Aktivitas pembelajaran*

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

d) *Presentasi dan Konfirmasi*

Pada tahapan ini Anda menyampaikan hasil pengkajian materi dan hasil aktivitas pembelajaran berupa peta konsep (*mindmap*), laporan hasil praktikum dan Naskah soal UN/USBN. Peserta lain diharapkan secara empati menyimak presentasi Anda dengan cermat dan serius sebagai bentuk penghargaan kepada Anda sebagai presenter. Setelah presentasi dilakukan, peserta lain menanggapi hasil presentasi sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi yang dipresentasikan untuk menyamakan persepsi. Pada tahap ini diharapkan Anda dan peserta diklat lainnya saling memberikan masukan pemikiran untuk memperkaya agar materi bahasan lebih dalam lagi.

e) *Refleksi Kegiatan*

Pada kegiatan ini peserta dan penyaji merefleksikan penguasaan materi setelah mengikuti seluruh kegiatan pembelajaran. Tentunya banyak manfaat, pengalaman dan hal-hal baru yang telah Anda peroleh yang nantinya dapat dikaitkan dengan tugas pokok Saudara sebagai guru di sekolah/madrasah. Silahkan Anda menuliskan berbagai manfaat, pengalaman dan hal-hal baru terkait materi sebagai salah satu bentuk refleksi selama Anda melaksanakan pembelajaran ini.

2. Deskripsi Kegiatan diklat Tatap Muka Kombinasi (*In-On-In*)

Kegiatan diklat tatap muka kombinasi (*in-on-in*) terdiri atas tiga kegiatan, yaitu tatap muka kesatu (*in-1*), penugasan (*on the job learning*), dan tatap



muka kedua (*in-2*). Secara umum, kegiatan pembelajaran diklat tatap muka kombinasi tergambar pada alur berikut ini.



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

Pada Kegiatan *in-1*, Anda mempelajari pendahuluan, uraian materi, dan mengerjakan aktivitas pembelajaran bagian 1. **Diskusi Materi** di tempat diklat.

Pada Kegiatan *on the job learning* Anda melakukan Aktivitas Pembelajaran bagian 2. **Melakukan Praktik**, bagian 3. **Mengisi Latihan** dan bagian 4. **Menyusun Soal UN/USBN**, di tempat kerja masing.

Pada Kegiatan *in-2*, Anda melaporkan dan mendiskusikan hasil kegiatan yang dilakukan selama *on the job learning* yang difasilitasi oleh narasumber/instruktur nasional.

Sebagai cara Anda untuk mempelajari materi, modul ini telah dilengkapi dengan kegiatan pembelajaran yang dapat Anda lihat pada bagian Aktivitas Pembelajaran (bagian E) di setiap Kegiatan pembelajaran (KP). Anda dapat melakukan Aktivitas pembelajaran dengan dipandu menggunakan Lembar Kegiatan (LK). Pada kegiatan diklat tatap muka kombinasi, beberapa LK



dikerjakan pada *in-1* dan beberapa LK dikerjakan pada saat *on the job learning*. Hasil implementasi LK pada *on the job learning* menjadi tagihan pada kegiatan *in-2*. Berikut ini daftar pengelompokan Lembar Kegiatan (LK) pada setiap tahap kegiatan tatap muka kombinasi.

Tabel I. Daftar Lembar Kerja Modul Profesional KK A

No	Kode Lembar Kerja	Nama Lembar Kerja	Tahap Pelaksanaan
1.	LK-1.1	Jangka sorong	In 1
2.	LK-1.2	Mikrometer sekrup	In 1
3.	LK-1.3	Neraca teknis	In 1
4.	LK-1.4	Amperemeter	OJL
5.	LK-1.5	Voltmeter	OJL
6.	LK-2.1	Jajaran genjang gaya	OJL
7.	LK-2.2	Yoyo Vektor	In 1
8.	LK-3.1	Gerak benda	OJL
9.	LK-3.2	Kecepatan	OJL
10.	LK-3.3	Gerak lurus berubah beraturan	OJL
11.	LK-3.4	Gerak jatuh bebas	OJL
12.	LK-3.5	Jangkauan proyektil	In 1
13.	LK-3.6	Gerak parabola	OJL
14.	LK-4.1	Apa yang disebabkan oleh gaya?	In 1
15.	LK-4.2	Pesawat atwood	In 1
16.	LK-4.3	Gaya dan Percepatan pada Pesawat Atwood	OJL
17.	LK-4.4	Gaya dan Percepatan pada Kereta Dinamika	OJL
18.	LK-4.5	<i>Puzzle</i> hukum newton	In 1
19.	E.b (Semua KP)	Pengembangan Soal	OJL

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

BESARAN, SATUAN, DAN PENGUKURAN



Gambar 1. Kegiatan pengukuran massa anak timbangan di laboratorium kalibrasi PPPPTK IPA Bandung

Aktivitas kehidupan manusia sehari-sehari sering berkaitan dengan besaran, satuan, dan pengukuran, contohnya: pedagang di pasar menimbang beras yang diperlukan oleh pembelinya; petugas ukur pertanahan mengukur luas tanah masyarakat; guru olah raga memantau pencapaian waktu siswa yang berlari; termasuk Anda dan siswa serta para ilmuwan sains ketika mendeskripsikan fenomena alam.

Fenomena alam dapat kita uraikan jika kita sudah menentukan besaran dan satuannya melalui proses pengukuran. Dengan demikian pengukuran dilakukan dengan maksud untuk mendapatkan data kuantitas dari suatu kegiatan yang dilakukannya. Tentunya alat ukur yang digunakan harus sesuai dengan obyek yang diukur agar didapatkan data yang akurat sehingga menghasilkan kesimpulan yang tepat. Begitupun Anda diharapkan dapat menggunakan berbagai alat ukur dalam pembelajaran fisika, karena sangat membantu siswa Anda dalam menganalisis konsep fisika baik pada kegiatan di laboratorium atau penelitian yang siswa kembangkan.

Materi besaran, satuan dan pengukuran bagi siswa terdapat pada mata pelajaran fisika SMA. Pada Kurikulum 2013 disajikan di kelas X semester 1 dengan Kompetensi Dasar (KD) sebagai berikut, KD dari Kompetensi Inti 3 (KI 3) **Aspek Pengetahuan:** 3.1 Memahami hakikat fisika dan prinsip-prinsip pengukuran (ketepatan, ketelitian, dan aturan angka penting). KD dari KI 4 **Aspek Keterampilan:** 4.1 Menyajikan hasil pengukuran besaran fisis dengan menggunakan peralatan dan teknik yang tepat untuk penyelidikan ilmiah.



Guru disarankan memiliki kompetensi terkait materi tersebut agar dapat mengajarkan materi besaran, satuan dan pengukuran kepada siswa. Kompetensi guru yang akan dikembangkan melalui modul A adalah: *“20.1. Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori fisika, serta penerapannya secara fleksibel”*, dengan sub kompetensi *“menerapkan penggunaan Satuan Internasional di dalam perhitungan maupun pengukuran besaran fisik serta dapat menyatakan secara kuantitatif dengan tepat”*. 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 bertanggungjawab dalam membuat laporan atau hasil kerja.

A. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini diharapkan Anda dapat:

1. memahami konsep besaran dan satuan,
2. memahami satuan baku dan satuan tak baku, dan
3. menggunakan beberapa alat ukur di laboratorium fisika sekolah

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

Indikator ketercapai yang diharapkan adalah Anda dapat:

1. menjelaskan pengertian besaran pokok, dan besaran turunan,
2. menentukan satuan dari berbagai besaran fisis,
3. mendeskripsikan beberapa alat ukur besaran pokok dan besaran turunan yang terdapat di sekolah, dan
4. menentukan hasil pengukuran dengan menggunakan jangka sorong, mikrometer skrup, neraca timbangan, dan alat ukur listrik (amperemeter, voltmeter, ohmmeter, dan multimeter) sesuai prosedur dengan benar dan teliti

C. Uraian Materi

Pengenalan satuan untuk besaran fisika tentu saja tidak terlepas dari pengertian besaran tersebut melalui pengukuran. Pada modul ini akan dibahas beberapa macam alat ukur terutama yang erat hubungannya dengan besaran pokok. Nilai suatu besaran dinyatakan secara kuantitatif dengan angka dan satuannya sebagai hasil pengukuran langsung maupun perhitungan.



Besaran adalah gambaran secara kuantitatif (ukuran) dari benda, proses atau suatu keadaan, contohnya: massa, panjang, tekanan, tegangan, kecepatan, dan sebagainya. Dalam suatu pengukuran nilai suatu besaran adalah harga ukuran itu. Besaran dibagi menjadi besaran vektor dan besaran skalar (*dibahas pada modul A.KP-2*)

Besaran adalah segala sesuatu yang dapat diukur, dihitung, memiliki nilai dan satuan serta menggambarkan sifat dari benda. Sifat ini dinyatakan dalam angka melalui hasil pengukuran. Oleh karena satu besaran berbeda dengan besaran lainnya, maka ditetapkan satuan untuk tiap besaran. Satuan juga menunjukkan bahwa setiap besaran diukur dengan cara berbeda.

Sistem **Satuan Internasional** (SI) selama ini dikembangkan oleh komisi teknik dan ISO (*International Organization for standardization*). Standar satuan ini tercantum dalam International Standard ISO R31 yang memuat tiga macam kategori satuan yaitu:

- 1) satuan dasar terkait dengan besaran pokok
- 2) satuan tambahan terkait dengan besaran tambahan
- 3) satuan turunan terkait dengan besaran turunan

Contoh: *panjang balok adalah 2 meter*. Panjang adalah besaran pokok, “2” disini menyatakan nilai ukuran (nilai besaran pokok), dan meter adalah satuan dasar.

1. Besaran Pokok

Dalam kehidupan dijumpai berbagai macam besaran dan satuan yang digunakan, karena itu diupayakan untuk menyederhanakannya. Penyederhanaan ini tentunya harus secara umum atau diterima secara internasional. Anda ambil contoh pada kegiatan olimpiade. Prestasi seorang peloncat ditentukan oleh ukuran sampai sejauh mana atau setinggi berapa dapat meloncat. Satuan ukuran jarak loncatannya dipergunakan meter dan ukuran detik atau sekon dipergunakan untuk mengukur prestasinya. Contoh lainnya kebolehan seorang olahragawan angkat besi ditentukan oleh besar massa beban yang diangkatnya. Besaran panjang, massa, dan waktu sering digunakan, dan menjadi dasar dari berbagai pengukuran, jadi disepakati merupakan besaran penting. Karena itu besaran tersebut dijadikan *besaran pokok* atau *besaran dasar*.



Besaran pokok adalah besaran yang satuannya telah ditentukan sebelumnya. Penggunaan besaran-besaran pokok telah disepakati secara Internasional dan diberlakukan di semua negara. Pemilihan besaran pokok ini berdasarkan pertimbangan *kegunaan, kepraktisan, dan harus memperoleh pengakuan internasional*. Cara penentuannya melalui prosedur bagaimana cara mengukur besaran pokok dan menetapkan bagi besaran tersebut. Satuan yang dipilih berdasarkan pertimbangan sebagai berikut:

- Lazim digunakan di berbagai Negara, jadi bersifat internasional.
- Satuan itu tetap, tidak berubah karena pengaruh apapun.
- Satuan itu mudah ditiru oleh setiap orang yang memerlukannya.

Dalam fisika, dari berbagai besaran seperti panas, cahaya, listrik, dan zat, maka diputuskan bahwa besaran pokok itu harus diperluas bahkan dipertimbangkan pula demi kepraktisan untuk menambahkan dua besaran pokok tambahan. Hasil lengkapnya dicantumkan pada tabel 1.1.

Tabel. 1.1. Satuan Internasional

No	Besaran Pokok	Nama Satuan	Lambang Satuan	Simbol Besaran
1	Panjang	Meter	m	l
2	Massa	kilogram	kg	m
3	Waktu	Sekon atau Detik	s	t
4	Arus Listrik	Ampere	A	i
5	Temperatur	Kelvin	K	T
6	Intensitas Cahaya	Candela	Cd	j
7	Jumlah zat	Mole	mol	n
Besaran Pokok Tambahan				
1	Sudut datar	Radian	rad	-
2	Sudut ruang	Steradian	Sr	-

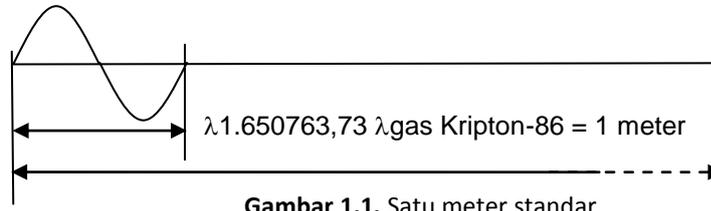
Satuan-satuan tersebut di atas telah digunakan dan didefinisikan secara internasional. Karena itu maka satuan tersebut dinamakan Sistem Satuan Internasional atau SI. Definisi mengenai macam besaran pokok adalah sebagai berikut.

a. Besaran Panjang

Besaran panjang dalam sistem internasional (SI) mempunyai satuan meter. **1 meter standar** adalah panjang yang sama dengan 1.650.763.73 kali panjang gelombang



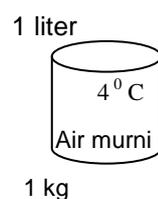
dalam vakum dari radiasi yang bersesuaian dengan transisi antara 2 P₁₀ dan 5 d₅ dari atom *krypton-86* (CGPM ke-11 tahun 1963)



Ditemukannya besaran panjang yang standar, manusia dapat membandingkan dimensi segala sesuatu di alam raya ini, termasuk dimensi tubuh kita. Ada ciptaan Tuhan yang dimensi ukurannya hingga berjuta-juta kali lipat besar dari dimensi tubuh kita. Sebaliknya ada juga yang berjuta-juta kali lipat kecilnya dari dimensi tubuh manusia, seperti virus dan ukuran elektron. Dengan kesadaran diri akan dimensi ukuran tubuh kita hendaknya mendorong kita agar mencintai seluruh ciptaan Tuhan. Tidak ada alasan untuk bersikap sombong dengan merusak alam yang merupakan bagian ciptaan Tuhan.

b. Besaran Massa

Massa suatu benda menunjukkan kuantitas zat yang dimiliki oleh benda tersebut. Besaran massa dalam sistem internasional mempunyai satuan kilogram. **1 kilogram standar** adalah sama dengan massa 1 liter air murni yang suhunya 4°C, merupakan satuan massa yang sama dengan massa dari *prototype* kilogram internasional (CGPM ke-1 tahun 1901).



Gambar 1.2. Satu kilogram standar

c. Besaran Waktu

Besaran waktu dalam sistem internasional mempunyai satuan sekon. **1 sekon standar** adalah sama dengan waktu yang diperlukan oleh atom *Cesium-133* untuk bergetar sebanyak 9.192.631.770 kali. (CGPM ke-13 tahun 1967). Waktu periode radiasi yang bersesuaian dengan transisi antara dua "*hyperfine levels*" dari keadaan atom *Cesium-133* saat ini dijadikan sebagai waktu standar.



Gambar 1.3. Satu sekon standar

Besaran waktu menjadi tolak ukur ketepatan seseorang dalam memenuhi janjinya. Waktu yang terstandar pun menjadi bagian dari kehidupan sosial manusia dalam melakukan kesepakatan. Manusia yang menepati waktu yang telah disepakati menjadi wahana untuk membentuk manusia menjadi pribadi yang disiplin dan memegang komitmen yang tinggi.

d. Besaran Kuat Arus Listrik

Besaran kuat arus listrik dalam sistem internasional mempunyai satuan ampere. **1 Ampere** adalah arus tetap yang bila dipertahankan dalam dua konduktor lurus sejajar dengan panjang tak terhingga dengan luas penampang yang dapat diabaikan dan diletakkan pada jarak 1 m dalam ruang hampa udara, menghasilkan gaya antara dua konduktor ini sebesar $2 \cdot 10^{-7}$ Newton per meter (CGPM ke-13 tahun 1967).

e. Besaran Temperatur

Besaran temperatur dalam sistem internasional mempunyai satuan Kelvin. **1 Kelvin** adalah satuan suhu termodinamika, merupakan $1/273,6$ dari suhu titik tripel air. *Mengapa Tuhan menciptakan temperatur?* Dengan adanya temperatur dan perbedaannya menjadikan alam ini dinamis, contohnya ada udara yang bergerak, terjadinya penguapan air laut untuk menjadi hujan, dan banyak fenomena alam lainnya terkait temperatur seperti planet bumi ini memiliki temperatur yang sesuai untuk kehidupan manusia. Alangkah tidak bijak jika seseorang merusak alam dengan penebangan pohon yang tidak terkontrol, polusi udara, keduanya dapat menyebabkan efek rumah kaca dan tentunya temperatur Bumi jadi meningkat, tidak nyaman bukan?

f. Besaran Intensitas cahaya

Besaran intensitas cahaya dalam sistem internasional mempunyai satuan candela. **1 candela** adalah *intensitas cahaya dalam arah tegak lurus pada satu permukaan seluas $1/600.000$ meter persegi dari suatu benda hitam pada temperatur platina beku dalam tekanan 101.325 Newton per meter persegi.* (CGPM ke-13 tahun 1967).

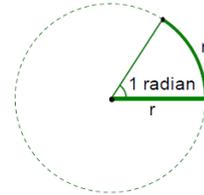


g. Besaran Jumlah Zat

Besaran Jumlah Zat dalam sistem internasional mempunyai satuan mol. **1 Mol** adalah jumlah substansi dari suatu sistem yang berisi sejumlah satuan elementer yang sama dengan atom-atom 0,012 kg Carbon-12. (CGPM ke-14 tahun 1971).

h. Sudut Bidang Datar

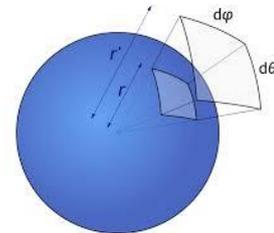
Radian adalah sudut bidang antara dua jari-jari lingkaran yang memotong keliling lingkaran, dengan panjang busur sama panjang dengan jari-jarinya.



Gambar 1.4. Satu rad standar

i. Sudut Ruang

Steradian adalah sudut ruang yang puncaknya terletak pada pusat bola, membentuk juring suatu bola memotong permukaan bola dengan luas sama dengan kuadrat jari-jari bola (r^2).



Gambar 1.5. Satu steradian standar

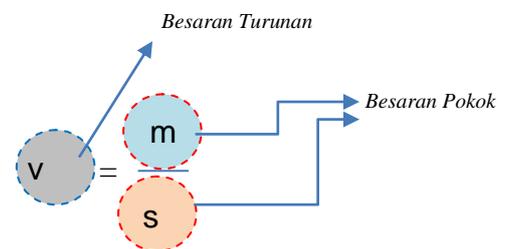
2. Besaran turunan

Besaran turunan merupakan besaran yang satuannya diturunkan dari beberapa satuan besaran pokok. Sebuah benda yang sedang bergerak, misalnya mobil dikatakan memiliki kecepatan atau kelajuan. Kecepatan adalah jarak yang ditempuh setiap satuan waktu. Secara matematis dituliskan:

$$v = \frac{s}{t}$$

Satuan kecepatan yaitu m/s, diperoleh dari besaran panjang (jarak) yaitu meter dibagi dengan satuan waktu yaitu sekon. Kecepatan termasuk besaran turunan sebab satuan kecepatan yaitu m/s berasal dari satuan-satuan besaran pokok yaitu meter dan sekon.

Selain kecepatan masih banyak besaran turunan lainnya, yaitu antara lain gaya, percepatan, luas, tekanan, energi, massa jenis, dan sebagainya.



Gambar 1.6. skematik besaran turunan kecepatan



3. Satuan Baku dan Satuan Tak Baku

Satuan adalah cara mengungkapkan suatu ukuran dengan menggunakan bilangan. Setiap besaran mempunyai satuannya masing-masing. Contoh: panjang bambu adalah 2 meter. Panjang adalah besaran, 2 disini menyatakan nilai ukuran (nilai besaran), dan meter adalah satuan. Selain itu satuan besaran dalam fisika dapat dibedakan menjadi satuan baku dan satuan tak baku.

a. Satuan baku adalah satuan yang telah disepakati, diakui, dan ditetapkan secara internasional. Satuan baku tersebut dikenal dengan Sistem Internasional (*International System of Units*). Sistem satuan internasional atau lebih dikenal dengan satuan SI (dari bahasa Perancis, *System International d' Unites*) adalah sistem satuan yang dikelola oleh organisasi standar internasional yang juga dikenal dengan nama ISO (*International Organization for Standardization*).

Sistem satuan tersebut diresmikan pemakaiannya sejak tahun 1960, setelah disetujui dalam *Conference General des Poids et Mesures* (CGPM). Sistem satuan internasional telah dipakai semenjak tahun 1980 dan di Indonesia juga menggunakan sistem satuan ini. Ada tiga macam kategori satuan yaitu:

- 1) *satuan dasar atau pokok*
- 2) *satuan tambahan*
- 3) *satuan turunan*

Penggunaan sistem Internasional dapat diperoleh beberapa keuntungan, antara lain:

- Satuan yang digunakan bukan merupakan satuan baru;
- Satuan yang dipilih merupakan satuan yang tetap, tidak akan terpengaruh oleh faktor luar
- Unit satuan yang dipilih mudah ditentukan dan mudah diduplikasi secara legal untuk berbagai keperluan
- Mewakili seluruh bagian dari Fisika, mencakup mekanika, panas, optik, listrik, sampai bidang ilmu lainnya.

Satuan Sistem Internasional dapat diungkapkan dalam:

- 1) Sistem CGS (Centimeter, Gram, Sekon)
- 2) *British Gravitational System* (BGS)
- 3) *Metric System* atau Sistem MKS (Meter, Kilogram, Sekon)



Berikut ini merupakan satuan baku besaran pokok dan beberapa besaran turunan pada sistem “mks” dan “cgs”.

Tabel 1.2. Perbandingan sistem MKS dan CGS

Besaran	Sistem		
	MKS	CGS	
P O K O K	Panjang	m	Cm
	Massa	kg	Gr
	Waktu	s	S
	Kuat arus listrik	ampere	Miliampere
	Temperatur	K	K
	Intensitas cahaya	cd	Cd
	Jumlah zat	mol	Mol
T U R U N A N	Luas	m^2	cm^2
	Volume	m^3	cm^3
	Gaya	<i>Newton (N)</i>	<i>Dyne</i>
	Tekanan	N/m^2	$Dyne/cm^2$
	Massa Jenis	Kg/m^3	gr/cm^3
	Berat jenis	N/m^3	$Dyne/cm^3$
	Kecepatan	m/s	cm/s
	Percepatan	m/s^2	cm/s^2
	Energi (Usaha)	<i>Joule (J)</i>	<i>Erg</i>
	Daya	<i>Joule/s</i>	<i>Erg/s</i>
Muatan Elektron	<i>Coulumb</i>	<i>Stat Coulumb</i>	

b. Satuan tidak baku adalah satuan yang hanya dikenal dan digunakan secara lokal di daerah tertentu. Berikut ini merupakan beberapa besaran dengan satuan tidak bakunya.

Tabel 1.3. contoh satuan tidak baku

No.	Nama Besaran	Satuan Tidak Baku
1.	Panjang	Jengkal, hasta, depa
2.	Massa	Mayam, entik
3.	Waktu	Pekan, sepekingan
4.	Luas	Tumbak, bahu, bata
5.	Volume	Gantang, gayung

Selama ini memang berbagai ragam satuan yang dipergunakan, tentu keadaan ini sangat menyulitkan. Apabila Negara Indonesia mempunyai undang-undang yang mengatur tentang hal itu, lebih baik dipergunakan sistem satuan SI,

Melalui proses konversi, satuan tidak baku akan dapat disepakati bersama, sehingga tidak menyulitkan dan tidak merugikan. Tidak sedikit kasus-kasus di masyarakat mengenai tidak standarnya suatu besaran, semisal luas tanah, menjadikan manusia terlibat dalam konflik dan saling bermusuhan. Semoga dengan standarisasi ini menjadi sarana pemersatu manusia agar selalu cinta damai.



4. Pengukuran

a. Pengertian

Silahkan Anda pelajari ilustrasi penentuan panjang atau lebar sebuah meja di laboratorium. Misalkan hasil pengukuran diperoleh data panjang adalah 2,5 meter dan lebarnya 80 cm. Panjang 2,5 m dan lebar 80 cm diperoleh berdasarkan alat tertentu, misalkan meteran atau penggaris. Demikian juga jika kita menimbang massa sebuah benda dengan menggunakan neraca teknis atau timbangan. Massa benda sebenarnya dibandingkan dengan massa standar yang sudah ditetapkan.

Berdasarkan kedua ilustrasi di atas, ***pengukuran*** diartikan sebagai ***proses mengaitkan angka-angka secara empirik dan objektif pada sifat-sifat objek tertentu atau kejadian di dunia nyata sedemikian rupa sehingga angka-angka tersebut memberikan gambaran yang jelas mengenai objek atau kejadian tersebut***. Ketika sedang mengukur berarti Anda sedang membandingkan suatu besaran dengan sebuah satuan standar yang telah ditetapkan sebelumnya.

Setiap pengukuran selain menggunakan alat ukur yang sesuai juga harus standar. Misalkan untuk mengukur panjang digunakan meteran, mengukur massa digunakan timbangan, mengukur gaya digunakan dinamometer, mengukur kecepatan atau kelajuan digunakan speedometer. Alat-alat ukur tersebut haruslah standar dengan cara alat tersebut harus selalu terkalibrasi secara tertelusur terhadap alat ukur standar. Dalam mempelajari pengukuran dikenal beberapa istilah, antara lain seperti ketelitian, ketepatan, sensitivitas, resolusi, dan kesalahan (lihat di Glosarium).

b. Prosedur

Prosedur yang kita gunakan dalam suatu pengukuran sangat tergantung pada obyek yang sedang kita ukur. Pada saat kita melakukan pengukuran suatu besaran, kita dapat melakukan dengan dua prosedur yang berbeda yaitu:

- 1) *Pengukuran Tunggal*, adalah pengukuran yang dilakukan hanya satu kali terhadap satu obyek / benda kerja. Untuk menuliskan hasil pengukuran tunggal, dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

$$X = x \pm \Delta x \text{ dan } \Delta x = 0,5 \text{ NST}$$

Keterangan:

NST adalah nilai skala terkecil dari alat ukur yang digunakan dalam pengukuran tersebut.

Δx : nilai ketidakpastian



2) *Pengukuran Berulang*, adalah pengukuran yang dilakukan beberapa kali terhadap satu obyek/benda kerja atau terhadap beberapa obyek/benda kerja identik. Untuk menuliskan hasil pengukuran berulang, dapat dilakukan dengan menentukan:

- nilai rata-rata (\bar{X})
- beda harga rata-rata atau kesalahan mutlak setiap pengukuran:

$$\Delta x_1 = |\bar{X} - x_1|, \Delta x_2 = |\bar{X} - x_2|, \dots \text{ dst}$$

- kesalahan mutlak rata-rata:

$$K_{\text{mutlak rata-rata}} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 + \dots + \Delta x_n}{N}$$

- hasil pengukuran sebenarnya adalah: $x = \bar{X} \pm \Delta x$

- $K_{\text{relatif}} = \frac{\Delta x}{\bar{X}}$

- $K_{\text{persen}} = K_{\text{relatif}} \times 100 \%$

- Ketelitian Pengukuran = $100 \% - K_{\text{persen}}$

Misalkan kita melakukan 10 kali pengukuran terhadap satu benda kerja, data yang kita peroleh ditunjukkan pada Tabel 1.4 berikut ini.

Tabel 1.4. Data Pengukuran Berulang

Pengukuran ke-	Hasil Pengukuran	Rata-rata	Beda Harga Rata-rata
1	$x_1 = 30,50$	$\bar{X} = 30,58$	$\Delta x_1 = 0,08$
2	$x_2 = 30,62$		$\Delta x_2 = 0,04$
3	$x_3 = 30,59$		$\Delta x_3 = 0,01$
4	$x_4 = 30,58$		$\Delta x_4 = 0,00$
5	$x_5 = 30,61$		$\Delta x_5 = 0,03$
6	$x_6 = 30,59$		$\Delta x_6 = 0,01$
7	$x_7 = 30,54$		$\Delta x_7 = 0,04$
8	$x_8 = 30,60$		$\Delta x_8 = 0,02$
9	$x_9 = 30,56$		$\Delta x_9 = 0,02$
10	$x_{10} = 30,62$		$\Delta x_{10} = 0,04$

Jika pengerjaan/pengolahan data pengukuran sesuai dengan langkah-langkah di atas, kita akan memperoleh hasil sebagai berikut.

- Nilai rata-rata: $(\bar{X}) = 30,58$
- Beda harga rata-rata atau kesalahan mutlak untuk setiap hasil pengukuran:

$$\Delta x_1 = |\bar{X} - x_1|, \text{ dan seterusnya (lihat tabel)}$$

- Kesalahan mutlak rata-rata:

$$K_{\text{mutlak rata-rata}} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 + \dots + \Delta x_n}{n}$$



$$K_{mtk\ rata} = \frac{0,08 + 0,04 + 0,01 + 0,00 + 0,03 + 0,01 + 0,04 + 0,02 + 0,02 + 0,04}{10}$$

$$K_{mtk\ rata} = \frac{0,29}{10}$$

$$K_{mutlak\ rata} = 0,029$$

4). Hasil pengukuran sebenarnya:

$$x = 30,58 \pm 0,029$$

$$5). K_{relatif} = \frac{0,029}{30,58}$$

$$= 0,00095$$

$$6). K_{persen} = K_{relatif} \times 100 \%$$

$$= 0,00095 \times 100 \%$$

$$= 0,095 \%$$

$$7). \text{Ketelitian Pengukuran} = 100 \% - K_{persen}$$

$$= 100 \% - 0,095 \%$$

$$= 99,905 \%$$

c. Berbagai Alat Ukur Dalam Fisika

1) Alat ukur besaran Pokok

Alat ukur besaran pokok yang sering digunakan dalam berbagai kegiatan manusia antara lain: meteran, timbangan, jam, ampermeter, voltmeter, dan suhu. Berikut ini adalah gambar beberapa alat ukur besaran pokok yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari.





➤ **Alat ukur Waktu**



Gambar 1.9. Berbagai jenis alat ukur waktu

➤ **Alat ukur Arus Listrik**



Gambar 1.10. Berbagai jenis alat ukur arus listrik

➤ **Alat ukur Suhu**



Gambar 1.11. Berbagai jenis alat ukur suhu

2) Alat ukur besaran turunan

Beberapa alat ukur besaran pokok yang akan dibahas adalah:

- **Dinamometer**, adalah alat yang dapat digunakan untuk mengukur gaya, bekerja berdasarkan regangan pegas yang digunakan didalamnya. Oleh karena itu, dinamometer dinamakan juga neraca pegas. Satuan untuk dinamometer sama dengan satuan gaya yaitu Newton.



Gambar 1.12. Berbagai jenis Dinamometer

- **Spedometer** digunakan pada kendaraan bermotor untuk mengetahui kecepatan atau kelajuan. Jenis spedometer kendaraan bermotor ada yang manual ada juga yang digital.



Gambar 1.13. Spedometer biasa dan digital



3) Teknik Penggunaan Alat Ukur

Dalam suatu kegiatan eksperimen, Anda tentunya harus sudah memiliki keterampilan bagaimana cara menggunakan, membaca, dan menentukan hasil pengukuran dengan menggunakan alat ukur. Keterampilan ini akan sangat menunjang pada kegiatan penelitian atau eksperimen guru dan siswa yang akan banyak dilakukan pada pembelajaran fisika. Teknik-teknik penggunaan beberapa alat ukur yang perlu dikuasai adalah sebagai berikut.

1. Jangka Sorong

Jangka sorong merupakan alat ukur panjang yang dilengkapi nonius. Jangka sorong dapat dibedakan menjadi dua jenis; yaitu jangka sorong analog dan jangka sorong digital. Adapun bentuk kedua jangka sorong tersebut ditunjukkan pada gambar di samping.



Gambar 1.14 Jenis Jangka Sorong

a) Bagian-bagian Jangka Sorong

Jika kita cermati secara umum bentuk jangka sorong analog maupun digital memiliki banyak kesamaannya; yaitu terdiri dari skala utama, skala nonius, rahang tetap, rahang geser, batang pengukur kedalaman, dan pengunci. Seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 1.15. Bagian-bagian jangka sorong

Jangka sorong yang paling sering digunakan dalam kegiatan pengukuran adalah jangka sorong analog. Jangka sorong analog dapat dibedakan berdasarkan ketelitian yang dimilikinya. Perbedaan ketelitian dari jangka sorong ditentukan oleh pembagian skala noniusnya.

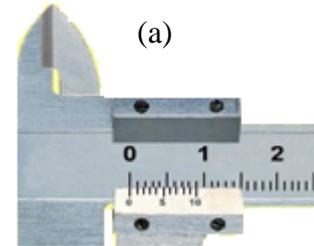


b) Jenis-jenis Jangka Sorong Analog

Mari kita perhatikan secara cermat perbedaan ketelitian yang dimiliki oleh setiap jangka sorong analog.

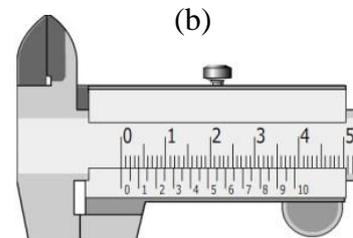
- 1) Pada *gambar a* terbaca 9 Skala Utama = 10 Skala Nonius, jadi besarnya 1 skala nonius = $1/10 \times 9$.

Skala Utama: 0,9 Skala Utama, maka ketelitian dari jangka sorong tersebut: $1 - 0,9 = 0,1$ mm, atau ketelitian jangka sorong itu adalah 1 bagian skala utama itu dibagi sebanyak jumlah skala nonius: $1/10 = 0,1$ mm



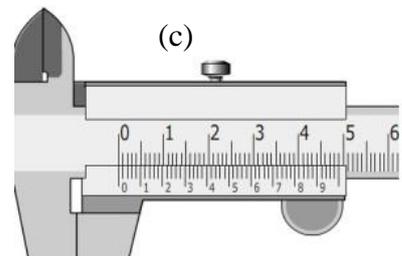
- 2) Pada *gambar b* terbaca 39 Skala Utama = 20 Skala Nonius, jadi besarnya 1 skala nonius = $1/20 \times 39$.

Skala Utama: 1,95 Skala Utama, maka ketelitian dari jangka sorong tersebut: $2 - 1,95 = 0,05$ mm, atau ketelitian jangka sorong itu adalah 1 bagian Skala utama itu dibagi sebanyak jumlah skala nonius: $1/20 = 0,05$ mm



- 3) Pada *gambar c* terbaca 49 Skala Utama = 50 Skala Nonius, jadi besarnya 1 skala nonius = $1/50 \times 49$.

Skala Utama: 0,98 Skala Utama, maka ketelitian dari jangka sorong tersebut: $1 - 0,98 = 0,02$ mm, atau ketelitian jangka sorong itu adalah 1 bagian skala utama itu, dibagi sebanyak jumlah skala nonius: $1/50 = 0,02$ mm



Gambar 1.16. Bentuk jangka sorong analog dengan berbagai ketelitian

Karena adanya perbedaan ketelitian jangka sorong, sebelum melakukan pengukuran dengan menggunakan jangka sorong, hendaknya mengingatkan siswa Anda untuk selalu memperhatikan ketelitian dari jangka sorong yang digunakan karena hal tersebut akan menentukan ketepatan suatu hasil pengukuran.

c) Cara Menggunakan Jangka Sorong

- 1) Letakkan benda yang akan diukur pada rahang jangka sorong kemudian gerakan batang geser sehingga benda benar-benar terjepit oleh rahang jangka sorong. Putar pengunci jangka sorong supaya benda tidak bergeser lagi.
- 2) Nyatakan penunjukkan skala utama dalam milimeter.



- 3) Amati skala utama yang paling dekat dengan titik nol dari nonius.
- 4) Amati dengan cermat skala nonius yang paling berimpitan dengan skala utama.
- 5) Dimensi panjang benda (diameter atau ketebalan benda) adalah jarak skala utama ke titik nol nonius ditambah jumlah garis skala nonius dari nol sampai skala nonius yang paling berimpitan dengan skala utama.

Contoh:

Hasil pengukuran dari setiap jangka sorong yang ditunjukkan gambar berikut!

	<p>➤ Baca langsung: Diameter benda = 24 mm + 0,6 mm = 24,6 mm</p> <p>➤ Perhitungan: Diameter benda = 24 mm + 6 (0,1 mm) = 24 mm + 0,6 mm = 24,6 mm</p>
	<p>➤ Baca langsung: Diameter benda = 16 mm + 0,35 mm = 16,35 mm</p> <p>➤ Perhitungan: Diameter benda = 16 mm + 17 (0,05 mm) = 16 mm + 0,35 mm = 16,35 mm</p>
	<p>➤ Baca langsung: Diameter benda = 3 mm + 0,7 + 0,06 mm = 3,76 mm</p> <p>➤ Perhitungan: Diameter benda = 3 mm + 38 (0,02 mm) = 3 mm + 0,76 mm = 3,76 mm</p>

2. Mikrometer Sekrup

Dibandingkan dengan jangka sorong, mikrometer sekrup mempunyai ketelitian yang lebih baik namun berbeda fungsi penggunaan. Ketelitian mikrometer adalah 0,01 milimeter. Adapun jenis-jenis mikrometer sekrup dapat dibedakan menjadi mikrometer sekrup analog dan mikrometer sekrup digital. Adapun bentuk kedua mikrometer sekrup tersebut ditunjukkan pada gambar 1.17.



Gambar 1.17. Mikrometer Sekrup



a) Bagian-bagian dari Mikrometer Sekrup

Adapun bagian-bagian dari mikrometer sekrup ditunjukkan pada gambar 1.18



Gambar 1.18. Bagian-bagian mikrometer sekrup

b) Cara Menggunakan Mikrometer Sekrup

1. Letakkan benda yang akan diukur pada rahang mikrometer sekrup
2. Putar skala pemutar kasar atau skala nonius sampai rahang putar tepat mengenai benda.
3. Putar pemutar halus sampai terdengar suara “klik”, hentikan pemutaran jika suara “klik” sudah terdengar.
4. Putar pengunci mikrometer sekrup supaya benda tidak bergeser lagi.
5. Amati/hitung skala utama yang paling dekat dengan skala putar nonius.
6. Amati dengan cermat skala nonius yang paling berimpitan dengan skala utama.
7. Dimensi panjang benda (ketebalan benda) adalah jarak skala utama ke titik nol nonius ditambah jumlah garis skala nonius dari nol sampai skala nonius yang paling berimpitan dengan skala utama.

Contoh:

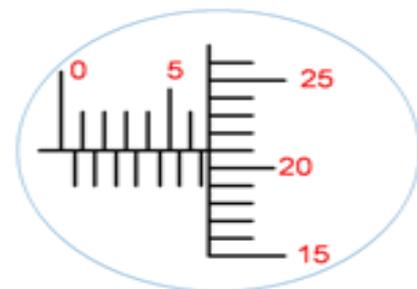
Tentukan hasil pengukuran dari setiap mikrometer sekrup yang ditunjukkan gambar berikut ini!

➤ Baca langsung:

$$\begin{aligned} \text{Diameter benda} &= 6,50 \text{ mm} + 0,21 \text{ mm} \\ &= 6,71 \text{ mm} \end{aligned}$$

➤ Perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{Diameter benda} &= 6,50 \text{ mm} + 21 (0,01 \text{ mm}) \\ &= 6,50 \text{ mm} + 0,21 \text{ mm} \\ &= 6,71 \text{ mm} \end{aligned}$$



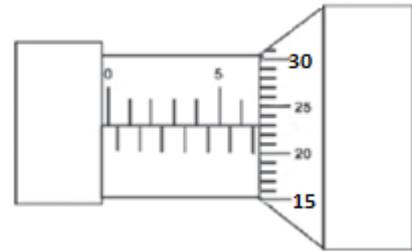


➤ **Baca langsung:**

$$\begin{aligned} \text{Diameter benda} &= 16,50 \text{ mm} + 0,23 \text{ mm} \\ &= 16,73 \text{ mm} \end{aligned}$$

➤ **Perhitungan:**

$$\begin{aligned} \text{Diameter benda} &= 16,50 \text{ mm} + 23 (0,01 \text{ mm}) \\ &= 16,50 \text{ mm} + 0,23 \text{ mm} \\ &= 16,73 \text{ mm} \end{aligned}$$



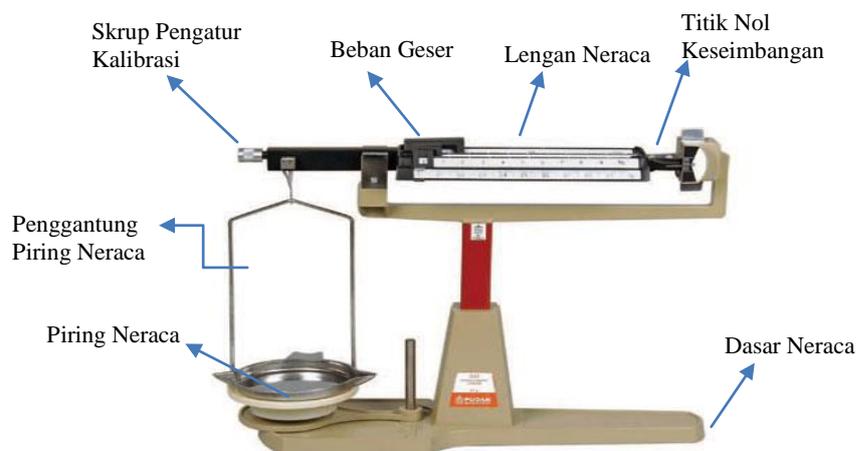
3. Neraca teknis

Neraca teknis digunakan untuk menentukan massa suatu benda. Di laboratorium fisika biasanya ada dua tipe neraca teknis; yaitu neraca teknis tiga lengan dan neraca teknis empat lengan. Adapun bentuk kedua neraca teknis tersebut ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 1.19. Neraca Teknis

Adapun bagian-bagian dari neraca teknis secara umum ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 1.20. Bagian-bagian neraca teknis



a) Cara Menggunakan Neraca Teknis

1. Sebelum neraca digunakan, lakukan kalibrasi dengan cara memutar pengatur keseimbangan sampai neraca siap digunakan (jarum menunjukkan nol).
2. Letakkan benda yang akan diukur massanya pada piring neraca.
3. Atur secara bertahap beban geser dimulai dari beban geser terbesar (beban geser ratusan) sampai ke beban geser terkecil (beban geser persepuluhan).
4. Amati sampai jarum neraca benar-benar seimbang (menunjuk ke posisi nol).
5. Catat setiap penunjukkan lengan neraca.
6. Jumlahkan penunjukkan setiap lengan neraca sebagai hasil penimbangan massa benda.

Contoh:

Tentukan hasil pengukuran dari setiap neraca teknis yang ditunjukkan gambar berikut ini!

➤ Baca langsung:

$$\begin{aligned}\text{Massa benda} &= 400 \text{ gr} + 40 \text{ gr} + 8,1 \text{ gr} \\ &= 448,1 \text{ gr}\end{aligned}$$



➤ Baca langsung:

$$\begin{aligned}\text{Massa benda} &= 100 \text{ gr} + 30 \text{ gr} + 8 \text{ gr} + 0,57 \text{ gr} \\ &= 138,57 \text{ gr}\end{aligned}$$



4. Alat ukur listrik

Alat ukur listrik merupakan peralatan yang diperlukan oleh manusia. Karena besaran listrik seperti: tegangan, arus, daya, frekuensi dan sebagainya tidak dapat secara langsung ditanggapi oleh panca indera. Untuk mengukur besaran listrik tersebut diperlukan alat pengubah. Atau besaran ditransformasikan kedalam besaran mekanis yang berupa gerak dengan menggunakan alat ukur. Perlu disadari bahwa untuk dapat menggunakan berbagai macam alat ukur listrik perlu pemahaman pengetahuan yang memadai tentang konsep-konsep teoritisnya. Alat ukur listrik dikelompokkan menjadi dua, yaitu:

- *Alat ukur standar/absolut*: Alat ukur absolut maksudnya adalah alat ukur yang menunjukkan besaran dari komponen listrik yang diukur dengan batas-batas pada konstanta dan penyimpangan pada alat itu sendiri. Ini menunjukkan bahwa alat



tersebut tidak perlu dikalibrasi atau dibandingkan dengan alat ukur lainnya lebih dahulu. Contoh dari alat ukur ini adalah Galvanometer.



Gambar 1.21. Alat ukur standar Galvanometer

- *Alat ukur sekunder:* maksudnya adalah semua alat ukur yang menunjukkan harga besaran listrik yang diukur dan dapat ditentukan hanya dari simpangan alat ukur tersebut. Sebelumnya alat ukur sudah dikalibrasi dengan membandingkan pada alat ukur standar/absolut. Contoh dari alat ukur ini adalah alat ukur listrik yang sering dipergunakan sehari-hari.



Gambar 1.22. Alat ukur sekunder

a. *Multimeter Dasar*

1) *Ampermeter Ideal*

Ampermeter ideal mempunyai dua sifat dasar, yaitu: (1) hambatan dalamnya sama dengan nol, (2) simpangan jarum benar-benar sebanding dengan arusnya. Pembacaan arus yang diperoleh dari suatu ampermeter yang ideal adalah sempurna. Karena hambatan dalamnya nol, maka tidak akan menghambat arus yang mengalir dalam rangkaian bila dihubungkan. Lagi pula karena permukaan alat ukur ditandai secara sempurna, maka pembacaannya akan mencapai ketelitian 100 persen.

Ampermeter ideal hanya merupakan wacana yang susah direalisasikan. Dalam kenyataannya pasti mempunyai hambatan, selain itu simpangan jarum ampermeter biasanya tidak berbanding secara tepat dengan besar arusnya. Dalam hal pembuatan ampermeter DC masih dapat dibuat mendekati sifat-sifat



ampermeter ideal. Hambatan dalamnya dibuat serendah mungkin dan penyimpangan jarumnya hampir linier.

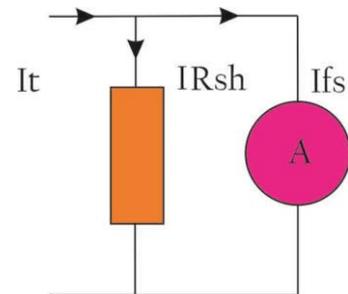
Mikroampermeter sederhana dapat dikembangkan fungsinya sebagai AVO meter disebut *basic meter* mempunyai tahanan dalam (R_m) tertentu yang dijadikan sebagai dasar pengembangan fungsi. Gambar di bawah ini merupakan mikroampermeter dengan arus skala penuh (I_{fs}) sebesar $100 \mu A$. dapat dijadikan sebagai basic meter.



Gambar 1.23. Basic meter unit

Mengubah Batas Ukur

Suatu ampermeter dengan arus skala penuh I_{fs} (*I full scale*) dapat diparalel dengan suatu hambatan agar dapat mengukur arus yang lebih besar dari pada arus skala penuhnya. Gambar 1.24 mengilustrasikan suatu ampermeter shunt.



Gambar 1-24. Ampermeter shunt



Gambar 1.25. Ampermeter dengan basic meter unit

Seperti ditunjukkan pada Gambar, saat simpangan penuh, mengalir arus total (I_t) dalam rangkaian. Sebagian arus mengalir melalui hambatan shunt, (R_{sh}) sebesar I_{sh} . Sehingga berlaku persamaan arus

$$I_t = I_{sh} + I_{fs} \tag{1 - 1}$$

atau

$$I_{sh} = I_t - I_{fs}$$

untuk menghitung besarnya hambatan shunt, dapat digunakan persamaan tegangan:

$$I_{sh} \cdot R_{sh} = I_{fs} \cdot R_m$$

sehingga:

$$R_{sh} = I_{fs} / I_{sh} \cdot R_m \tag{1 - 2}$$



dengan mensubstitusikan persamaan (1 – 1) ke persamaan (1 – 2), maka diperoleh persamaan:

$$R_{sh} = \frac{I_{fs}}{I_t - I_{fs}} \cdot R_m \quad (1 - 3)$$

Keterangan:

R_m : hambatan ampermeter sebelum dipasang R_{sh}

R_m' : hambatan ampermeter setelah dipasang R_{sh}

$$R_m' = R_m // R_{sh} = \frac{R_m \cdot R_{sh}}{R_m + R_{sh}} \cdot R_m \quad (1 - 4)$$

Besarnya R_m' dapat diperoleh dengan pendekatan sebagai berikut:

$$R_m' = V_{in}/I_{in}$$

dengan pengertian bahwa:

V_{in} = *tegangan input*, yaitu tegangan pada ujung-ujung ampermeter shunt.

I_{in} = *arus input*, yaitu arus total yang melalui input (yang masuk ke dalam rangkaian)

sehingga persamaan di atas dapat ditulis sebagai berikut:

$$R_m = \frac{I_{fs}}{I_t} \cdot R_m \quad (1 - 5)$$

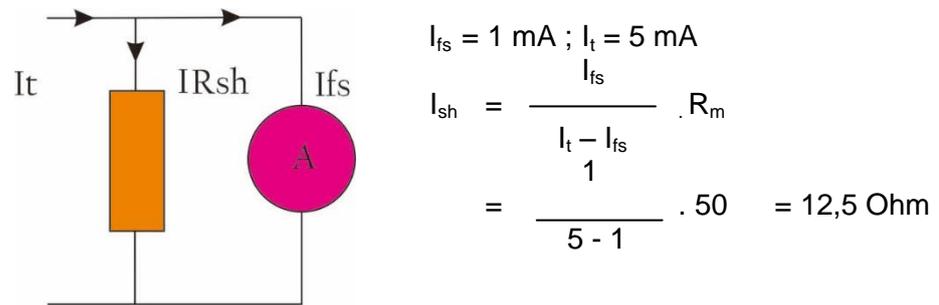
Dari persamaan tersebut ternyata bila arus total (I_t) lebih besar dibanding arus skala penuh (I_{fs})-nya dengan suatu faktor, maka hambatan dari ampermeter shunt akan berkurang dengan faktor tersebut. Sebagai contoh, jika $R_m = 50$ ohm, $I_{fs} = 1$ mA, dan akan digunakan untuk mengukur arus total $I_t = 10$ mA; maka kita akan memperluas jangkauan arus dengan faktor 10 kali. Oleh karena itu, hambatan ampermeter shunt (R_m) menjadi 1/10 dari harga R_m' , atau sebesar 5 ohm.

Contoh aplikasi

Suatu ampermeter dengan hambatan 50 ohm dan arus simpangan penuhnya 1 mA. Agar dapat untuk mengukur arus sebesar 5 mA, berapakah besarnya hambatan shunt dan berapakah besarnya hambatan ampermeter shunt (R_m')?

Penyelesaian:

$$R_m = \frac{I_{fs}}{I_t} \cdot R_m = \frac{1}{5} \cdot 50 = 10 \text{ ohm}$$



Gambar 1.26. Ampermeter shunt

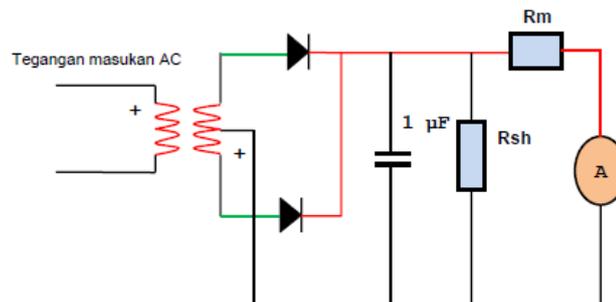
atau

$$R_m' = R_{sh} / R_m$$

$$= (12,5 \times 50) / (12,5 + 50) = 10 \text{ ohm}$$

2) Ampermeter AC

Mikroampermeter DC ini dapat dikembangkan menjadi ampermeter AC dengan menambahkan komponen penyearah masukan yang fungsinya menyearahkan tegangan masukan AC menjadi DC. Meskipun tegangan masukan berupa tegangan AC tetapi tegangan maupun arus yang masuk meter berupa arus DC, sehingga proses pengukuran sama sebagaimana dijelaskan di atas. Sehingga ampermeter AC terbentuk atas ampermeter ideal, R_m , R_{sh} dan rangkaian penyearah, sebagaimana digambarkan pada gambar 1.27 di bawah ini.



Gambar 1.27. Rangkaian penyearah pada ampermeter AC



Gambar 1.28. Contoh dasar ampermeter

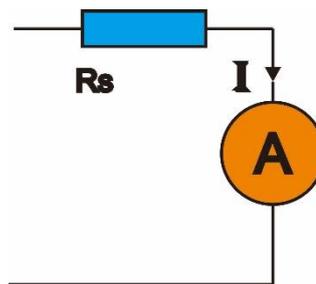


b. Voltmeter

Mengubah Batas Ukur.

Suatu voltmeter DC yang sederhana dapat dibuat dengan memasang hambatan secara seri dengan amperemeter (Gambar 1.29). Bila tegangan pada ujung-ujung masukan adalah V_{arus} yang mengalir melalui amperemeter I , hambatan yang diseri adalah R_s maka hubungannya dapat dituliskan:

$$V = (R_s + R_m) I \quad (1 - 7)$$



Gambar 1.29. Voltmeter DC sederhana (dengan menggunakan amperemeter)



Gambar 1.30. Voltmeter dengan basic meter unit dan multiplier

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa V merupakan fungsi dari I , artinya bahwa bila harga arusnya I , tegangan pada ujung-ujungnya (V), maka V besarnya sama dengan $(R_s + R_m)$ kali besarnya I . Sebagai contoh, bila $R_s + R_m = 10K$ ohm dan $I = 1$ mA, tegangannya (V) adalah 10 Volt. Langkah terakhir dalam perubahan amperemeter ke voltmeter ialah menandai permukaan meter ke dalam satuan volt dari satuan ampere, dengan berpedoman pada persamaan 1-7. Untuk suatu arus simpangan penuh, besarnya hambatan seriakan menentukan besarnya tegangan maksimum yang dapat diukur. Untuk arus simpangan penuh, dari persamaan 1 -7 menjadi:

$$V_{fs} = (R_s + R_m) I_{fs} \quad (1 - 8)$$

Persamaan tersebut merupakan bentuk yang tepat untuk menghitung harga R_s bila harga I_{fs} , R_m dan V_{fs} diketahui. Biasanya harga R_m sangat kecil dibanding harga V_{fs}/I_{fs} , sehingga:

$$R_s = V_{fs} / I_{fs} \quad (1 - 9)$$



Contoh Aplikasi 1:

Suatu amperemeter dengan $I_{fs} = 1 \text{ mA}$, $R_m = 50 \text{ ohm}$, diubah menjadi suatu Voltmeter. Berapakah besar hambatan seri yang diperlukan untuk mengukur dengan tegangan skala penuh (V_{fs}) atau batas ukur = 15 Volt, 50 Volt dan 150 Volt?

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} R_s &= (V_{fs} / I_{fs}) - R_m \\ &= 50/1 \text{ mA} - 50 \\ &= 50 \text{ K ohm} \end{aligned}$$

untuk $V_{fs} = 15 \text{ volt}$

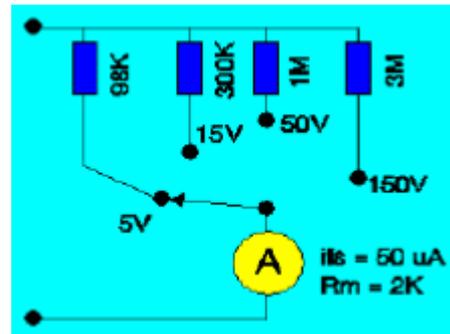
$$R_s = \frac{15}{50 \cdot 10^{-6}} - 2000 = 300 \text{ K Ohm}$$

untuk $V_{fs} = 50 \text{ volt}$

$$R_s = \frac{50}{50 \cdot 10^{-6}} - 2000 = 1 \text{ M Ohm}$$

untuk $V_{fs} = 150 \text{ volt}$

$$R_s = \frac{150}{50 \cdot 10^{-6}} - 2000 = 3 \text{ M ohm}$$



Gambar 1.31. Pengubahan batas ukur aplikasi 1

Hambatan Masukkan Voltmeter

Untuk voltmeter sederhana, hambatan masukan adalah jumlah dari hambatan seri dan hambatan meter. Hambatan masukan:

$$R_{in} = R_s + R_m$$

Selain itu, hambatan masukan juga dapat dihitung dari:

$$R_{in} = V/I$$

sedangkan harga R_{in} adalah tetap untuk suatu kondisi arus tegangan, sehingga secara pasti dapat dituliskan dengan:

$$R_{in} = V_{fs}/I_{fs} \quad (1 - 10)$$

Hambatan masukan adalah tegangan skala penuh dibagi arus skala penuh. Dengan demikian, bila suatu voltmeter mempunyai gerakan arus 1 mA pada skala tegangan 100 Volt, maka hambatan masukannya 100 kilo ohm. Bila jangkauan (batas ukur) diganti menjadi 10 Volt maka hambatan masukannya menjadi 10 kilo ohm. Arus skala penuh biasanya tidak tercantum pada meter. Biasanya yang tercantum adalah data sensitivitasnya, yang didefinisikan sebagai berikut:

$$S = 1/I_{fs} \quad (1 - 11)$$

dengan arti bahwa S adalah sensitivitas dari Voltmeter dan I_{fs} adalah arus skala penuh dari voltmeter. Dikatakan bahwa sensitivitas adalah kebalikan dari arus skala penuh. Satuan sensitivitas adalah 1 dibagi dengan ampere, atau ohm per volt.



$$S = \frac{1}{I_{fs}} = \frac{1}{\text{Ampere}} = \frac{1}{\text{Volt/Ohm}} = \frac{\text{Ohm}}{\text{Volt}}$$

dengan demikian, untuk suatu voltmeter dengan arus 1mA, sensitivitasnya adalah:

$$S = 1/1 \text{ mA} = 1000 \text{ Ohm/Volt}$$

Definisi untuk sensitivitas dapat digunakan untuk mengubah persamaan 1-10:

$$R_{in} = V_{fs}/I_{fs} = S \cdot V_{fs} \quad (1 - 12)$$

Persamaan 1-12 menyebutkan bahwa hambatan masukan dari Voltmeter pada suatu jangkauan atau batas ukur sama dengan sensitivitas dikalikan dengan tegangan skala penuh dari jangkauan atau batas ukur tersebut. Dengan demikian tercantumnya data sensitivitas pada voltmeter, hambatan masukan voltmeter dapat dihitung dengan cepat. Besarnya hambatan masukan voltmeter perlu diketahui besarnya, karena besar atau kecilnya hambatan akan berpengaruh terhadap besar atau kecilnya kesalahan pembebanan.

Besarnya kesalahan pembebanan lebih tergantung pada besarnya hambatan masukan voltmeter daripada hambatan rangkaian. Hal ini akan dibahas lebih lanjut pada pembahasan berikutnya.

Contoh Aplikasi 2

Suatu voltmeter menggunakan arus skala penuh 1 mA. Hitunglah hambatan masukan (R_{in}) pada batas ukur: 5 V; 50 V dan 500 V.

Penyelesaian:

$$S = 1/I_{fs} = 1/1 \text{ mA} = 1000 \text{ Ohm per Volt}$$

untuk B U 5 Volt ----- > V_{fs} 5 Volt

$$R_{in} = S \cdot V_{fs} = 1000 \times 5 = 5 \text{ K ohm}$$

untuk B U 50 Volt ----- > V_{fs} 50 Volt

$$R_{in} = S \cdot V_{fs} = 1000 \times 50 = 50 \text{ K ohm}$$

untuk B U 500 Volt ----- > V_{fs} 500 Volt

$$R_{in} = S \cdot V_{fs} = 1000 \times 500 = 500 \text{ K ohm}$$

Contoh Aplikasi 3

Suatu voltmeter dengan arus skala penuh $50 \mu\text{A}$, mempunyai batas ukur 5 V; 50 V; 500 Volt. Hitunglah hambatan masukan pada setiap batas ukur.

Penyelesaian:

$$S = 1/I_{fs} = 1 / (50 \mu\text{A}) = 20 \text{ K}\Omega \text{ per Volt}$$

untuk $V_{fs} = 5 \text{ Volt}$ ----- > $R_{in} = 20 \times 5 = 100 \text{ K Ohm}$.

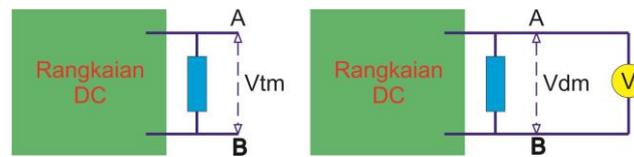
untuk $V_{fs} = 50 \text{ Volt}$ ----- > $R_{in} = 20 \times 50 = 1 \text{ M Ohm}$

untuk $V_{fs} = 500 \text{ Volt}$ ----- > $R_{in} = 20 \times 500 = 10 \text{ M Ohm}$



Kesalahan Pembebanan Voltmeter

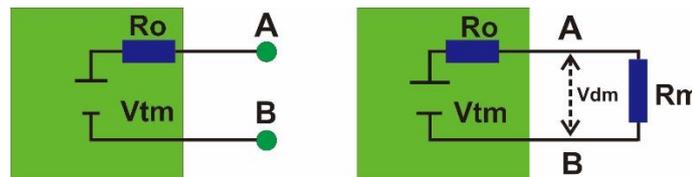
Seperti halnya pada amperemeter bila dipakai untuk mengukur arus yang mengalami penurunan arus akibat adanya hambatan dari amperemeter tersebut. Besar kecilnya penurunan arus tersebut tergantung atas perbandingan hambatan amperemeter terhadap hambatan Tevenin dari rangkaian. Demikian halnya pemakaian volt meter untuk mengukur tegangan juga akan mengalami penurunan tegangan. Besar kecilnya penurunan tegangan tersebut tergantung atas perbandingan hambatan dalam. Gambar 1.32 merupakan ilustrasi suatu jenis pengukuran tegangan.



(a). Tegangan tanpa meter (b). Tegangan dengan meter

Gambar 1.32. Tegangan dengan dan tanpa meter

Tegangan yang akan diukur yaitu tegangan pada ujung-ujung hambatan R. V_{tm} adalah tegangan tanpa meter, yaitu tegangan sebelum voltmeter dihubungkan. Tegangan yang benar inilah yang dikehendaki dalam pengukuran. Setelah voltmeter dihubungkan, ternyata antara ujung-ujung hambatan R terbaca harga tegangan yang baru, yang disebabkan oleh hambatan dalam voltmeter. Untuk menghitung hubungan antara V_{dm} dan V_{tm} , maka Gambar 1.33 dapat digambarkan sebagai berikut:



(a). Rangkaian tanpa meter (b). Rangkaian dengan meter

Gambar 1.33. Ekuivalen dengan dan tanpa meter

dengan menggunakan Hukum Ohm, dapat dituliskan:

$$V_{dm} = \frac{R_{in}}{R_{in} + R_o} \cdot V_{tm} \tag{1-13}$$

$$V_{dm} \frac{V_{dm}}{V_{tm}} = \frac{R_{in}}{R_{in} + R_o} = \text{ketelitian} \tag{1-14}$$

Keterangan:

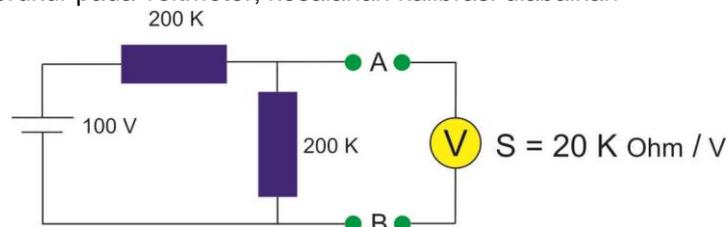
- R_m : Tahanan dalam voltmeter
- R_{in} : Tahanan masukan rangkaian dalam hal ini = R_m
- V_{tm} : Tegangan beban tanpa meter
- V_{dm} : Tegangan dengan meter



Persamaan 1-14 menunjukkan ketelitian voltmeter, sepanjang efek pembebanan diperhatikan. Seperti halnya pada ampermeter dapat dituliskan juga prosentase kesalahan pembebanannya. Prosentase kesalahan pembebanan: $(1 - \text{ketelitian}) \times 100\%$

Contoh Aplikasi 1

Voltmeter dengan sensitivitas 20 K Ohm/V, pada ukur 50 Volt digunakan untuk mengukur tegangan antara ujung-ujung AB dari Gambar 1.34. Hitung ketelitian pembacaan voltmeter dan tegangan yang terukur pada voltmeter; kesalahan kalibrasi diabaikan



Gambar 1.34. Rangkaian penyelesaian aplikasi 1

Penyelesaian:

Tegangan pada ujung AB sebelum meter dihubungkan

$$V_{dm} = \frac{200}{200 + 200} \cdot 100 \text{ V} = 50 \text{ V}$$

$$R_o = 200 \text{ K} // 200 \text{ K} = 100 \text{ K Ohm}$$

Pada batas ukur 50 Volt, hambatan masukan (dalam) voltmeter:

$$R_{in} = S \cdot V_{fs} = 20 \text{ K} \cdot 50 \text{ V} = 1 \text{ M Ohm.}$$

$$\begin{aligned} \text{Ketelitian} &= \frac{V_{dm}}{V_{tm}} = \frac{R_{in}}{R_{in} + R_o} = \frac{1 \text{ M}}{1 \text{ M} + 100 \text{ K}} \\ &= 1/1,1 = 91\% \end{aligned}$$

Ketelitian 91%, artinya bahwa voltmeter menunjukkan harga 91% dari tegangan yang sesungguhnya, sehingga:

$$V_{dm} = 0,91 \cdot V_{tm} = 0,91 \cdot 50 = 45,5 \text{ Volt.}$$

Dari perhitungan pada batas ukur di atas, ternyata menunjukkan harga pengukuran yang tidak teliti, karena tegangan yang sesungguhnya adalah 45,5 Volt.

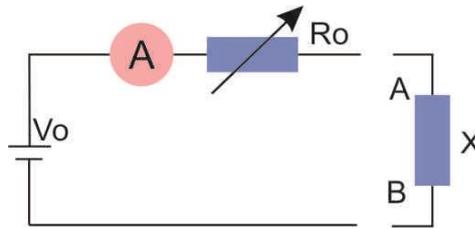
Setiap digunakan batas ukur yang berbeda, maka akan diperoleh hasil pembacaan voltmeter yang berbeda, dan dengan segera dapat diketahui bahwa voltmeter terbebani terlalu banyak rangkaian (hambatannya terlalu besar) dan akhirnya pembacaannya salah. Dilain pihak, jika batas ukur dirubah pembacaan yang bertentangan, dapat diyakinkan yang terjadi dapat diabaikan.



c. Ohmmeter

Rangkaian Dasar Ohmmeter Seri

Suatu ohmmeter sederhana dapat dibuat dengan menggunakan baterai, ammeter dan hambatan; seperti ditunjukkan pada Gambar 2-23. R_o merupakan hambatan thevenin dari ohmmeter, yang mencakup hambatan ammeter R_m . V_o merupakan tegangan ohmmeter pada ujung-ujung AB saat terbuka. Rangkaian ini jenis ohmmeter seri R_x dipasang secara seri dengan meter, identik dengan pengukuran arus.



Gambar 1.35. Dasar ohmmeter seri

Seperti ditunjukkan pada gambar 1.35, bahwa R_o merupakan hambatan yang dapat diatur. Biasanya ohmmeter dinolkan lebih dahulu sebelum digunakan mengukur hambatan R_x yang belum diketahui besar hambatannya, dengan cara ujung-ujung AB dihubungkan singkat dan hambatan R_o diatur, untuk menghasilkan arus skala penuh yang mengalir melalui ammeter. Ini berarti:

$$I_{fs} = V_o/R_o \quad (1 - 15)$$

Untuk mengukur hambatan R_x , ujung-ujung AB dihubungkan, sehingga arus yang mengalir:

$$I = \frac{V_o}{V_o + R_x} \quad (1 - 16)$$

dengan membandingkan persamaan 1 -16 dengan persamaan 1 -15, maka diperoleh persamaan:

$$\frac{I}{I_{fs}} = \frac{R_o}{R_o + R_x}$$

Perbandingan tersebut merupakan simpangan meter ($D = deflection$), sehingga dapat dituliskan:

$$D = \frac{I}{I_{fs}} = \frac{R_o}{R_o + R_x} \quad (1 - 17)$$

Bila harga $R_x = R_o$, maka $D = I/I_{fs} = 1/2$. Dari persamaan 1 -17 dapat dituliskan:

$$D (R_o + R_x) = R_o$$

$$D \cdot R_x = R_o - D \cdot R_o$$



$$R_x = \frac{1-D}{D} \cdot R_o \quad (1 - 18)$$

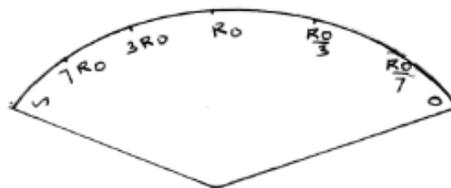
Berdasarkan persamaan 1 -17, yaitu $D = R_o/(R_o + R_x)$, maka dapat dibuat suatu tabel yang memuat beberapa contoh harga R_x terhadap R_o dan harga D .

Tabel 1.5. Contoh Harga R_x dan D

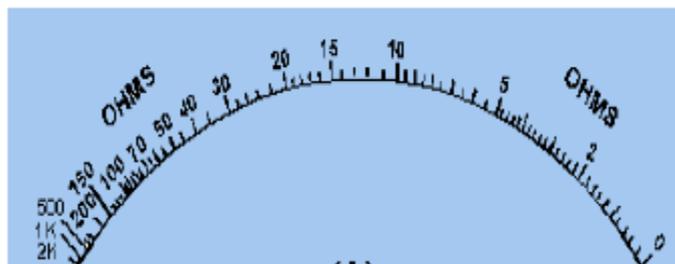
R_x	0	$R_o/4$	$R_o/3$	$R_o/2$	R_o	$2 R_o$	$3 R_o$	$4 R_o$	$9 R_o$	-
D	1	$4/5$	$3/4$	$2/3$	$1/2$	$1/3$	$1/4$	$1/5$	$1/10$	0

Contoh Aplikasi 1

Harga $R_x = 0$, maka $D = R_o/(R_o + R_s) = 1$. Pada kedudukan ini, hambatan yang diukur nol, berarti arus yang mengalir besar dan menghasilkan arus skala penuh atau simpangannya = 1. Kedudukan ini ternyata bila ujung-ujung AB dari ohm meter dihubungkan singkat. Bila harga $R_x = R_o$, maka $D = R_o/(R_o + R_o) = 1/2$. Pada kedudukan ini, jarum menyimpang setengah dari skala penuh. Bila harga $R_x = \infty$ (tak terhingga), atau pada keadaan terbuka, berarti tidak ada arus yang mengalir, sehingga jarum tidak menyimpang atau simpangannya = 0



Gambar 1.36. Pembuatan tanda/skala ohmmeter



Gambar 1.37. Skala logaritimis pada ohmmeter seri

Contoh Aplikasi 2

Ohmmeter mempunyai arus skala penuh $50 \mu A$ dan hambatan dalam 2000 Ohm. Tegangan rangkaian terbuka = 6 Volt, ohmmeter menunjuk nol. Kemudian digunakan untuk mengukur suatu hambatan dan menghasilkan $1/4$ simpangan penuh. Berapakah besarnya hambatan yang diukur?

Penyelesaian:

$$R_o = \frac{V_o}{I_{fs}} = \frac{6}{50 \cdot 10^{-6}} = 120 \text{ K Ohm}$$

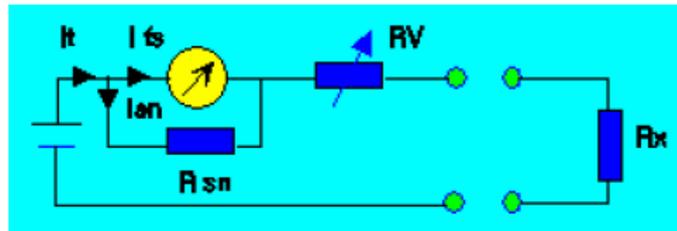
$$R_x = \frac{1-D}{D} \cdot R_o = \frac{1-1/4}{1/4} \cdot 120 = 360 \text{ K Ohm}$$



Catatan:

Harga R_o sudah meliputi harga R_m nya. Bila ditanyakan berapa harga R_v (variabel), maka:
 $R_v = R_o - R_m = 120 - 2 = 118 \text{ K Ohm}$.

Ohmmeter dari contoh di atas, shunt dengan hambatan 20 ohm. Secara pendekatan, berapa harga R_x (hambatan yang diukur), yang dapat menghasilkan $\frac{1}{2}$ simpangan penuh?



Gambar 1.38. Aplikasi ohmmeter seri

Penyelesaian:

$$I_{fs} = \frac{R_{sh}}{R_m + R_{sh}} \cdot I_t$$

$$I_t = \frac{R_m + R_{sh}}{R_{sh}} \cdot I_{fs}$$

$$= \frac{2000 + 20}{20} \cdot 50 \mu\text{A} = 5,05 \text{ mA}$$

karena $R_{sh} \ll R_m$, maka secara pendekatan:

$$I_t = \frac{R_m}{R_{sh}} \cdot I_{fs}$$

$$= \frac{2000}{20} \cdot 50 \text{ A} = 5 \text{ mA}$$

sehingga:

$$R_o = \frac{V_o}{I_t}$$

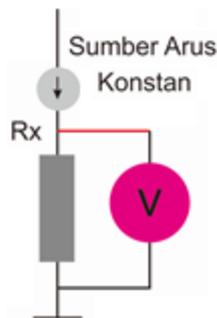
$$= \frac{6}{5} \cdot 10^{-3} = 1,2 \text{ K ohm}$$

Ohmmeter Paralel

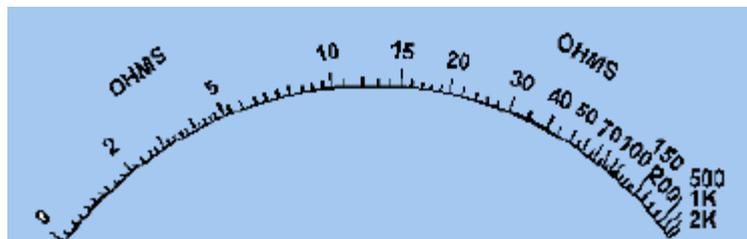
Ohmmeter dibangun dengan menggunakan voltmeter, sumber arus konstan dan resistor yang diukur. Prinsip yang digunakan adalah bila arus konstan dialirkan pada R_x yang tidak diketahui maka beda tegangan pada ujung-ujung R_x sebanding dengan nilai R_x . Semakin besar nilai R_x semakin besar beda tegangan yang terukur. Batasan tegangan pada ujung-ujung resistansi menentukan cakupan pengukuran nilai resistansi. Rangkaian dasar ohmmeter paralel ditunjukkan pada gambar berikut ini. Secara produk jenis ohmmeter paralel dikenali dengan skala nol berada di sisi kiri sebagaimana skala nol pada tegangan dan arus. Contoh aplikasi prinsip ohmmeter



paralel pada ohmmeter digital. Sedangkan ohmmeter seri skala nol berada di ujung sebelah kanan berlawanan dengan skala nol voltmeter dan ampermeter. Jenis ohmmeter seri seperti Sanwa dan Heles.



Gambar 1.39. Dasar ohmmeter parallel



Gambar 1.40. Skala ohmmeter parallel

d. **Multimeter Elektronik-Analog**

Kelebihan Multimeter Elektronik

Dalam perkembangannya multimeter menggunakan komponen aktif elektronik yang biasanya berfungsi sebagai penguat. Multimeter elektronik lebih disukai karena beberapa alasan yang menguntungkan:

- 1) Resistansi masukan multimeter elektronik lebih tinggi dan stabil disemua cakupan pengukuran
- 2) Pada saat berfungsi sebagai pengukur arus resistansi multimeter elektronik cukup rendah sehingga dapat mencegah kesalahan ukur karena efek pembebanan.
- 3) Skala resistansi dari multimeter elektronik arah penyimpangan jarum samaseperti pada pengukuran tegangan atau arus sehingga tidak membingungkan.
- 4) Digunakan tegangan rendah sehingga memungkinkan untuk mengukur resistansi *junction* BJT tanpa merusakkan transistor.

Voltmeter elektronik dapat mencapai resistansi masukan dari 10 M Ω hingga 100 M Ω dan besar resistansi masukan ini sama untuk semua cakupan pengukuran. Bila dibandingkan dengan VOM besar resistansi masukan pada VOM berbeda untuk



semua cakupan pengukuran tegangan. Pada cakupan pengukuran tegangan rendah resistansi masukan VOM cenderung rendah. Dalam kasus meter yang memiliki sensitivitas $20.000 \Omega/\text{Volt}$ pada cakupan $0 - 1$ volt besar resistansi masukan hanya $(20.000\Omega/\text{V})(1\text{V}) = 20 \text{ K}\Omega$.

Solid state EVM tidak dapat digunakan dalam tempat yang ada medan listrik atau elektronik yang kuat seperti medan yang dihasilkan oleh transformator *flyback* televisi, pemancar radio dan sebagainya. Medan akan cenderung memberi bias pada transistor atau IC yang digunakan dalam EVM, dalam tempat seperti ini tidak akan bekerja dengan baik, sedangkan VOM lebih tahan terhadap pengaruh yang demikian. Jenis-jenis multimeter elektronik yang banyak dijumpai dipasaran, antara lain ditunjukkan gambar di samping ini.



Gambar 1.41. Jenis-jenis multimeter elektronik di pasaran

Konstruksi Multimeter Analog

Dasar multimeter elektronik analog dapat dikelompokkan ke dalam tiga bagian utama yaitu jaringan pengukuran, rangkaian penguat dan penggerak meter analog (seperti jenis PM-MC). Dalam kasus pengukuran arus dan tegangan jaringan kerja berupa pembagi tegangan yang membatasi tegangan yang diberikan pada penguat terutama berkaitan dengan pengaturan cakupan instrumen.



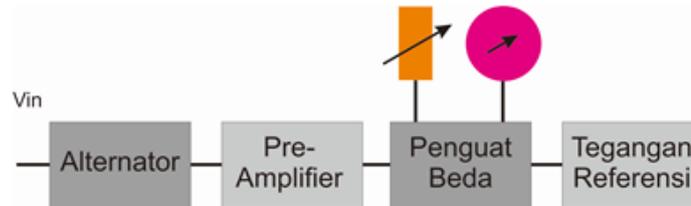
Gambar 1.42. Multimeter analog

Multimeter Philip type PM 2505 dalam Gambar 1.42 memiliki skala penuh tegangan DC dan AC yang rendah sampai 100 mV . Cakupan pengukuran arus DC, AC dari skala penuh 1 uA sampai 10 A . untuk cakupan pengukuran dari 100Ω sampai $30 \text{ M}\Omega$ (FSD). Saklar pemilih fungsi memberi pilihan cakupan Volt Amper dan Ohm. Multimeter ini dirancang menggunakan penguat IC monolitik dengan penguat masukan berupa FET, sehingga tahanan input tinggi ($10 - 20 \text{ M}\Omega$), sehingga dapat mengurangi kemungkinan kesalahan ukur yang disebabkan oleh pembebanan rangkaian yang di uji.



1) *Multimeter Elektronik Fungsi Tegangan DC.*

Voltmeter elektronik menggunakan penggerak meter analog yang dikendalikan oleh suatu rangkaian elektronik seperti ditunjukkan pada gambar 1.41 di bawah ini.



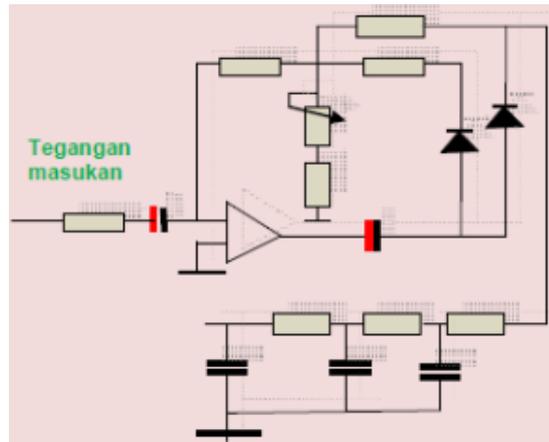
Gambar 1.43. Skema Rangkaian Voltmeter DC elektronika

transistor Q_2 dan Q_1 membentuk rangkaian jembatan seimbang, untuk keseimbangan ini dilengkapi dengan R variabel serta dilengkapi Q_3 menggantikan RE dengan kelebihan kemampuan mencapai $CMRR$ (*Common Mode Rejection Ratio*) yang tinggi. Penguat depan menggunakan JFET Q_1 dalam konfigurasi rangkaian *source follower* berfungsi sebagai transformasi impedansi antara masukan dan base dari transistor Q_2 sumber arus konstan.

Kelebihan penguat depan FET kemampuannya dalam mencapai impedansi masukan yang tinggi. Bila tegangan tidak diketahui $V_s \text{ nol}$, $I_2 = I_3$, $V_{E2} = V_E$, sehingga tidak ada arus mengalir pada penggerak meter sehingga $I_m = 0$. Pada kondisi ini tegangan bias Q_3 mendapat bias dan bias transistor Q_2 merupakan fungsi dari beda tegangan pada R_s . Bila masukan diberi tegangan positif V_s , bias pada Q_2 bertambah sehingga V_{E2} bertambah sehingga tegangan V_{E2} lebih besar dari pada V_{E3} dan mengalir arus I_m sehingga jarum menyimpang sebanding dengan besarnya V_s . Pada fungsi pengukuran tegangan AC menggunakan attenuator kompensasi karena attenuator menggunakan resistor presisi kebanyakan berupa sejenis *wire-wound*. Resistor yang demikian memiliki induktansi yang signifikan, pengaruh induktansi diseimbangkan dengan pemasangan kapasitor paralel.

2) *Multimeter Elektronik Fungsi Tegangan AC*

Rangkaian dasar voltmeter elektronik seperti di atas hanya digunakan untuk tegangan DC. Untuk memenuhi kebutuhan pengukuran tegangan AC beberapa bagian harus ditambahkan pengubah tegangan AC ke DC.



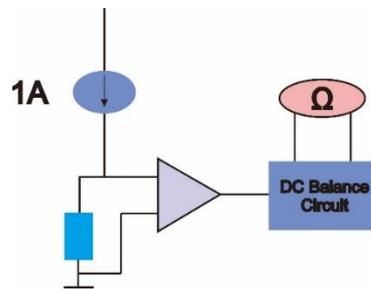
Gambar 1.44. Rangkaian Op-Amp Penyearah

Rangkaian penyearah ditunjukkan pada Gambar 1.44. Menggunakan rangkaian *Op-Amp* sebagai penyearah presisi. Karakteristik nonlinier dari dioda PN-*junction* D_1 dan D_2 dalam arah maju memberi umpan balik negatif. *Low pass filter* mengeluarkan pulsa DC diumpungkan kerangkaian analog penyeimbang atau Voltmeter ke digital. Kebanyakan voltmeter AC dikalibrasi dalam rms, ini tidak akan terbaca harga rms sebenarnya, tanpa sinyal masukan berbentuk gelombang sinus murni.

3) *Multimeter Elektronik Fungsi Ohm*

Jika arus konstan mengalir pada R_y yang tidak diketahui, nilai tegangan *drop* pada R akan memberikan data yang tidak diperlukan untuk dihitung nilai resistansinya dengan persamaan $R_x = V/I$ sesuai dengan rangkaian ohmmeter elektronik dapat dibentuk seperti dalam Gambar 1.45. Arus keluaran dari sumber arus konstan dan besarnya penguat tegangan dari penguat DC diatur dengan saklar pemilih sehingga dapat mengakomodasi pengukuran resistansi skala penuh dari milli ohm hingga mega ohm.

Ohmmeter menggunakan baterai 1,5 V atau lebih akan memberi bias maju dioda bila instrument digunakan dalam rangkaian solidstate, mengingat rangkaian 1-45 menggunakan level tegangan rendah tidak mampu memberi bias maju dioda. Bila demikian ohmmeter elektronik menjadi pilihan untuk digunakan menguji komponen yang membutuhkan tegangan bias seperti dioda, transistor. Beberapa Voltmeter elektronik yang diproduksi meliputi skala Ohmmeter daya tinggi sehingga dapat digunakan untuk pengetesan dioda dan transistor.



Gambar 1.45. Rangkaian ohmmeter elektronik

Parameter Multimeter Elektronik

1) Spesifikasi dan Parameter Multimeter Elektronik

Dalam pembahasan ini dipilih multimeter elektronik sanwa YX-360 TRe meskipun tidak sebangun multimeter elektronik Philip yang dibahas di atas. Dengan alasan multimeter ini mudah didapat, mudah digunakan dan kualitas memadai untuk banyak pemakaian. Spesifikasi Umum:

Tabel 1.6. Spesifikasi umum meter elektronik analog

Item	Spesifikasi
Proteksi rangkaian	Rangkaian dilindungi dengan sekering bila tegangan AC di atas 230V
Baterai dalam	UM-3 1,5V x 2
Sekering dalam	0,5A/250V 5,2mm \varnothing x 20mm
Kal temp standar/ dancakupan kelembaban	23 \pm 2 $^{\circ}$ C 45-75% rRH
Temperatur kerja danrange Kelembaban	0-40 $^{\circ}$ C 80% retmark tanpa kondensasi
Tahanan tegangan	3KV AC antara terminal input dan case
Dimensi dan berat	159,5 x 129 x 41,5 mm / mendekati 320 gr
Assesoris	Salinan pedoman instruksi (instructionmanual)

2) Cakupan Pengukuran dan Akurasi

Probe pengukuran dilengkapi untuk pengukuran tegangan DC tinggi hingga mencapai 25 KV.

Tabel 1.7. Sfesifikasi Probe multimeter pengukuran tegangan tinggi

HV (DC)	DC 25KV	HV – 10 T probe
High Volt		
hFE	1000 pada cakupan x 10	HFE – 6T probe

Tabel 1.8. Cakupan pengukuran dan akurasi

Fungsi		Akurasi	Catatan
DC V	0,1 0,25 / 2,5 / 10 / 50 250	\pm 5% dari skala penuh \pm 3% dari skala penuh \pm 3% dari skala penuh	Zi 20K Ω /V 9K Ω /V



AC V	10 / 50 /250 50 μ A	\pm 4% dari skala penuh \pm 3% dari skala penuh	Zi 9K Ω /V 30Hz-100KHz dalam 3% fs (cakupan AC 10V) Tegangan drop 0,1V
DC A	2,5mA/ 25mA /0,25	\pm 3% dari skala penuh	Tegangan drop 0,25V
Ω	2K/20K/2M (1x) (10x) (x1K) 200M (x100K)	\pm 3% dari arc	Nilai tengah 20 Ω Harga maks 2 K Ω Pengeluaran tegangan 3V
dB	-10dB 22dB Untuk 10VAC 62 dB		
L	0-150mA pd cakupan x 1 0-15mA pd cakupan x 10 0-150 μ A pd cakupan 1K Ω 0-15 μ A pd cakupan x 100		

Langkah Keselamatan Alat

Hal-hal yang harus diperhatikan sebagai tindak pencegahan terjadinya kecelakaan yang dapat merusak meter dan kesalahan hasil pengukuran.

- 1) Jangan menggunakan tester untuk pengukuran rangkaian listrik yang mempunyai kapasitas besar. Isikan sekering dalam tester 250V untuk mencegah terjadinya masalah masalah pengukuran yang membahayakan keselamatan karena kesalahan pengaturan *range*.
- 2) Yakinkan sekarang yang digunakan mempunyai spesifikasi (0,5A/250V ukuran 5.2x20 mm). Jangan pernah mengganti ataupun menghubungkan singkat.
- 3) Jangan pernah menyentuh kaki tester selama pengukuran.
- 4) Jangan pernah operasikan tester dalam keadaan tangan basah, menempatkan meter pada tempat kelembaban tinggi atau sangat lembab.
- 5) Yakinkan bahwa lapisan dan kawat colok meter (*lead tester*) tidak berbahaya karena konduktornya terbuka jika colok meter berbahaya atau terbuka meter jangan digunakan.
- 6) Terdapat bahaya (*electrical shock*) kejutan listrik terutama bila digunakan untuk pengukuran tegangan di atas 60 V DC atau 25 V_{rms} AC.
- 7) Jangan melakukan pengukuran dengan case dibelakang atau menindihkan tutup meter.
- 8) Setiap kali melakukan pengukuran yakinkan cakupan pengukuran tepat. Pengukuran dengan pengaturan cakupan salah atau melebihi cakupan pengukuran sebenarnya adalah berbahaya.



- 9) Jaga jangan sampai beban lebih terutama pada saat mengukur tegangan atau arus yang mengandung sederetan pulsa. Instrumen ini merupakan multimeter portabel dirancang untuk pengukuran rangkaian arus lemah.

Prosedur Pengoperasian

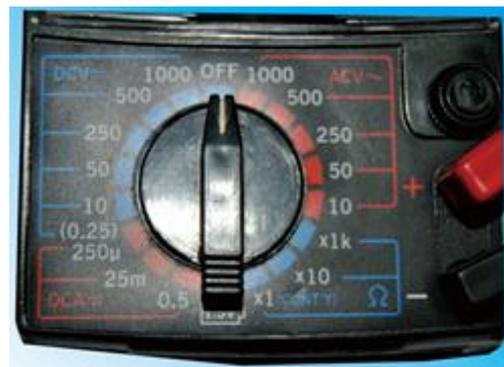
Persiapan pengukuran

Sebelum pengoperasian multimeter dilakukan sesuai fungsinya dilakukan persiapan pengukuran untuk mendapatkan hasil pengukuran terbaik. Langkah-langkah persiapan tersebut meliputi:

- 1) Atur posisi nol meter tepat padaharga nol.
- 2) Putar posisi nol sehingga menunjuk lurus kanan menunjuk nol.
- 3) Pilih cakupan yang tepat untuk item yang diukur atur knob pemilih cakupan yang sesuai.



Gambar 1.46. Skala pada multimeter



Gambar 1.47. Selektor jarum nol

Catatan untuk diperhatikan

Dalam menentukan cakupan pengukuran, pilih cakupan tegangan yang lebih besar daripada nilai yang akan diukur sebaiknya gunakan penunjuk masih dalam tingkat yang dapat di pertimbangkan yaitu (60 – 80) % dari penunjukan maksimum.

Panel Depan dan Fungsi Multimeter

Pada panel depan multimeter mempunyai beberapa komponen yang berfungsi sebagai pengatur. Pengaturan dilakukan untuk mendapatkan fungsi yang sesuai serta hasil pengukuran yang optimal akurat. Disamping sebagai komponen pengatur juga terdapat beberapa informasi penting berkaitan dengan parameter alat ukur seperti sensitivitas meter, cara pemasangan meter yang sesuai, besaran-besaran yang dapat diukur. Multimeter merk Sanwa mempunyai tombol-tombol pengaturan sebagai berikut.



SKALA (SCALE)

Berfungsi sebagai skala pembacaan meter, yaitu : Skala tegangan, Skala Arus, dan Skala resistor

Gambar 1.48. Panel depan multimeter

Gambar 1. 49. Fungsi skala multimeter



Jarum Penunjuk Meter

Berfungsi sebagai penunjuk besaran yang diukur



ZERO ADJUST SCREW

Berfungsi untuk mengatur kedudukan jarum penunjuk, dengan cara memutar sekrupnya ke kanan atau ke kiri dengan menggunakan obeng pipih kecil

Gambar 1.50. Fungsi Jarum penunjuk

Gambar 1.51. Fungsi zero adjust screw



ZERO Ohm ADJUST

Berfungsi untuk mengatur jarum penunjuk pada posisi Nol.
Caranya :
- voliar pemilih diputar pada posisi (Ohm),
- test lead + (merah) dihubungkan ke test lead - (hitam), kemudian tombol pengatur kedudukan 0 Ohm diputar ke kiri atau ke kanan, sehingga jarum menunjuk pada kedudukan 0 Ohm



RANGE SELECTOR SWITCH

Berfungsi untuk memilih posisi pengukuran dan batas ukurannya, ada 4 pilihan, yaitu : DCV, DC mA, ACV dan Ohm

Gambar 1.52. Fungsi Ohm adjust knob

Gambar 1.53. Fungsi selector switch



Gambar 1.54. Fungsi lubang kutub (VAΩ terminal)



Gambar 1.55. Fungsi lubang kutub+(common terminal)

a) Pengukuran Tegangan

Pengukuran Tegangan DC

- 1) Atur knob pemilih cakupan pada cakupan yang tepat.



Gambar 1.56. Knob pemilih range

- 2) Gunakan colok hitam pada tegangan negatif dari rangkaian yang diukur dan colok merah pada tegangan positif



Posisi Range Selektor pada DCV

Gambar 1.57. Rangkaian pengukuran tegangan DC

- 3) Baca gerakan penunjuk tegangan dan skala DCV A.



Gambar 1.58. Penunjukan pengukuran tegangan DC



- 4) Bila penunjukan kecil tak terbaca, cek kembali apakah rangkaian sudah benar.
- 5) Bila rangkaian sudah yakin benar, pindahkan pelan-pelan knob pemilih cakupan hingga penunjuk berada pada posisi yang mudah dibaca.
- 6) Hindari pengawatan pengukuran tegangan DC yang salah seperti Gambar 1.59.



Gambar 1.59. Pengawatan pengukuran tegangan DC yang tidak benar

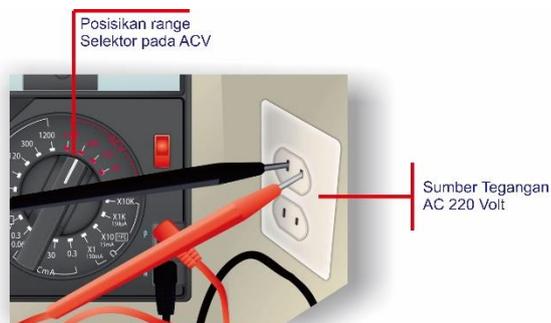
Pengukuran Tegangan AC

- 1) Pindahkan knob pemilih cakupan pada cakupan AC V yang tepat

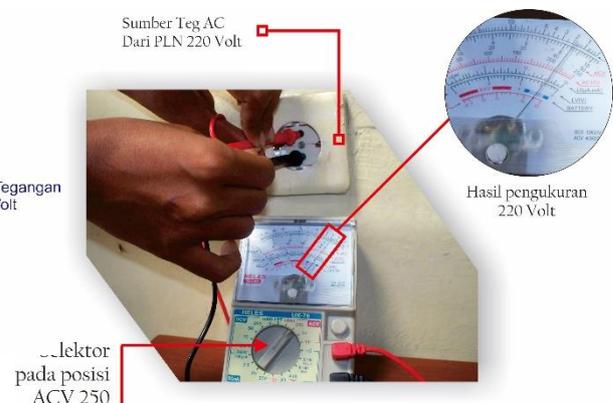


Gambar 1.60. Posisi Knob pada range Tegangan AC

- 2) Pasangkan colok meter pada rangkaian yang diukur secara paralel.
- 3) Baca gerakan jarum penunjuk dengan skala V dan A (gunakan batas ukur 250 V AC pada pengukuran sumber tegangan AC dari PLN).
- 4) Karena instrumen ini bekerja pada sistem nilai pengukuran rangkaian tegangan AC gelombang sinus, maka bila digunakan pada bentukgelombang AC lainnya



Gambar 1.61. Rangkaian pengukuran tegangan AC jala-jala PLN



Gambar 1.62. Penunjukan pengukuran tegangan AC

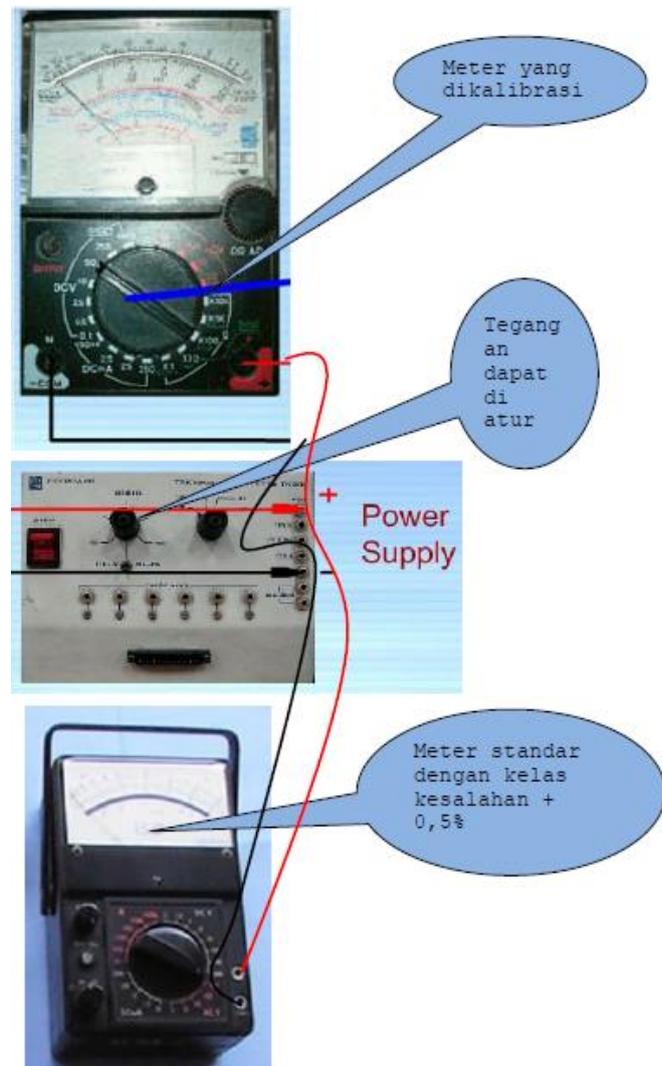
- 5) Baca hasil pengukuran dibaca pada skala AC V



Kalibrasi Voltmeter

Kalibrasi diperlukan untuk melihat tingkat ketelitian meter dibandingkan dengan meter standar jika dimungkinkan atau meter yang mempunyai tingkat ketelitian tinggi yang sudah diketahui. Karena kalibrasi dengan meter standar mahal maka mengkalibrasikan meter tidak perlu semua meter dikalibrasikan pada lembaga yang berkompeten. Kalibrasi dapat dilakukan sendiri dengan membandingkan tingkat ketelitiannya dengan meter yang telah dikalibrasi. Prosedur kalibrasi dilakukan dengan langkah-langkah di bawah ini.

- 1) Pilih meter standar dengan tingkat ketelitian 0,1 % sampai 0,5 %.
- 2) Rangkaian kalibrasi tegangan disusun seperti gambar dibawah ini.
- 3) Batas ukur meter ditetapkan misal pada batas ukur 10 Volt
- 4) Sumber tegangan diatur pada 10 Volt.
- 5) Membuat tabel pengamatan
- 6) Tegangan sumber divariasikan sepanjang harga dari 0 sampai 10 Volt misal dengan pengaturan 2 Volt.



Gambar 1.63. Rangkaian kalibrasi tegangan

Kalibrasi Uji Kelayakan Meter

Meter dikatakan layak digunakan jika mempunyai kelas kesalahan yang diijinkan tergantung tempat meter digunakan. Meskipun meter pabrikan mempunyai kelas kesalahan kecil sejalan dengan umur pemakaian akan mempengaruhi ketelitian meter. Tuntutan ketelitian meter laboratorium tentu berbeda dengan meter yang digunakan dibengkel. Meter hasil rakitan sebelum digunakan juga perlu diuji kelayakannya untuk dilihat tingkat kesalahannya. Misal hasil pengujian dalam tabel di bawah ini.



Tabel 1.9. Contoh data kalibrasi voltmeter

No	Meter standar (V)	Meter dikalibrasi (V)				Selisih (V)	Mutlak	Kelas Kes	
		V1	V2	V3	V rerata				
1	10	9.8	9.9	9.7	9.8	-0.2	0.2	2.50%	
2	8	7.8	7.9	8.0	7.9	-0.1	0.1		
3	6	5.95	5.90	6.0	5.95	-0.05	0.05		
4	4	4.0	3.9	3.8	3.9	-0.1	0.1		
5	2	2.0	1.8	1.9	1.9	-0.1	0.1		
6	0	0	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2		
		Jumlah					-0.35	0.75	
						Rerata		0.25	

Keterangan:

V_1 = hasil pengukuran ke-1; V_2 = hasil pengukuran ke-2; V_3 = hasil pengukuran ke-3; $V \text{ rerata} = (V_1+V_2+V_3)/3$

Perhitungan persen kesalahan:

Persen kesalahan dihitung dengan persamaan = $\{(Rerata \text{ meter dikalibrasi} - \text{Meter standar}) / \text{Batas Ukur}\} \times 100\%$. Kesalahan 2.5% artinya harga penunjukkan meter yang dikalibrasi ada batas ukur 10 Volt mempunyai kesalahan rata-rata 2.5 % terhadap meter standar.

Harga koreksi relatif dan kesalahan relatif

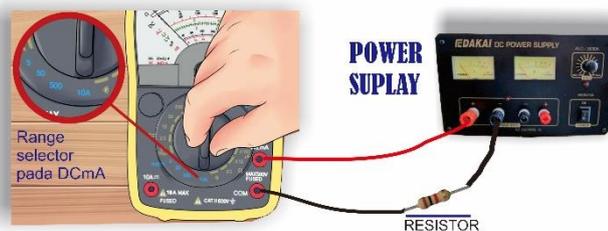
Kesalahan dinyatakan dalam $\alpha = V - V_s$ merupakan selisih dari harga penunjukkan meter yang dikalibrasi dikurangi penunjukkan meter standar. Kesalahan relatif merupakan perbandingan antara kesalahan terhadap harga penunjukkan meter standar. Harga koreksi dinyatakan $k = V_s - V$ merupakan selisih antara harga standar dan penunjukkan meter yang dikalibrasi.

Tabel 1.10. Contoh data Kesalahan dan koreksi relatif

No	Meter standar	Meter dikalibrasi				Kesalahan	Kesalahan relatif (%)	Koreksi	Koreksi relatif (%)
		V1	V2	V3	Vrerata				
1	10	9.9	9.8	9.7	9.8	-0.2	-2.00	0.2	2.04
2	8	8.0	7.9	7.8	7.9	-0.1	-1.25	0.1	1.27
3	6	5.95	6.0	5.90	5.95	-0.05	-0.83	0.05	0.84
4	4	4.0	3.8	3.9	3.9	-0.1	-2.50	0.1	2.56
5	2	1.8	2.0	1.9	1.9	-0.1	-5.00	0.1	5.26
6	0	0	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	-0.2	-100
		Rerata					-1.93		-14.67

b) Pengukuran Arus DC

- 1) Pemasangan meter seri terhadap beban yang akan di ukur arusnya.



Gambar 1.64. rangkaian pengukuran arus DC

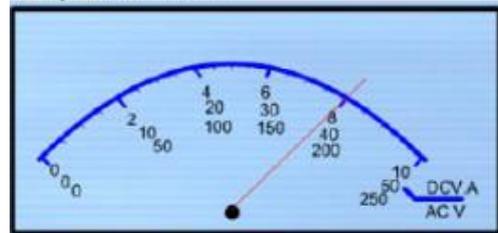


Gambar 1.65. Posisi knob pada range arus DC

- 2) Atur knob pemilih cakupan mendekati cakupan yang tepat atau di atas cakupan yang diprediksi berdasarkan perhitungan arus secara teori.

- 3) Bila yakin rangkaian telah benar, hidupkan sumber tegangan dan baca gerakan jarum penunjuk pada skala V dan A. Hasil pembacaan baik bila posisi jarum lebih besar dari 60% skala penuh meter.

Tampilan Multimeter



Hasil pengukuran 2 mA

Gambar 1.66. Skala penunjukan arus DC



Gambar 1.67. Posisi knob pada range arus DC yang lebih kecil

- 4) Bila simpangan terlalu kecil, lakukan pengecekan apakah cakupan sudah benar dan pembacaan masih dibawah cakupan pengukuran di bawahnya bila ya, matikan *power supply* pindahkan knob pada cakupan yang lebih kecil.

- 5) Nyalakan kembali sumber tegangan baca jarum penunjuk hingga pada posisi yang mudah dibaca.
- 6) Hindari kesalahan pemasangan polaritas sumber tegangan, karena akan menyebabkan arah simpangan jarum berlawanan dengan seharusnya. Bila arus terlalu besar dapat merusakkan jarum penunjuk.



Gambar 1.68. Rangkaian pengukuran arus DC yang salah

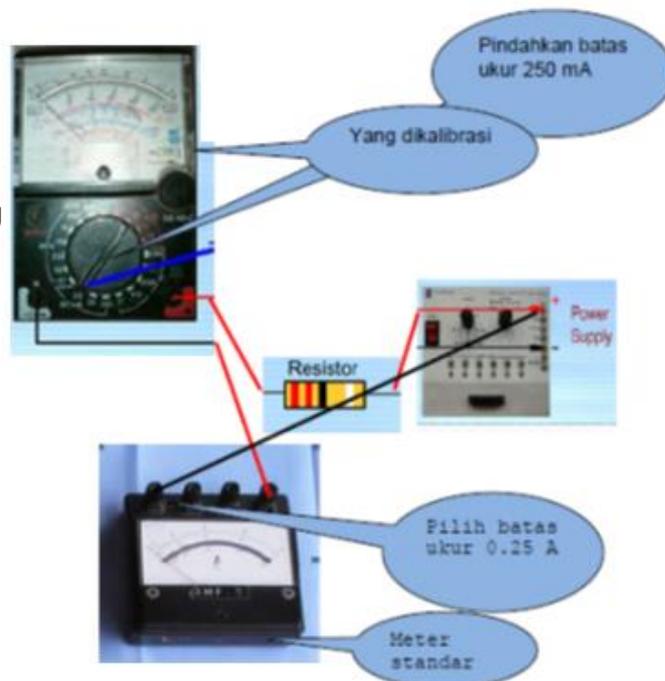


Kalibrasi Arus

Kalibrasi diperlukan untuk melihat tingkat ketelitian meter dibandingkan dengan meter standar jika dimungkinkan atau meter yang mempunyai tingkat ketelitian tinggi yang sudah diketahui. Karena kalibrasi dengan meter standar mahal maka mengkalibrasi meter tidak perlu semua meter dikalibrasikan. Diputar pada nilai lebih kecil pada lembaga yang berkompeten.

Kalibrasi dapat dilakukan sendiri dengan membandingkan tingkat ketelitiannya dengan meter yang telah dikalibrasi. Prosedur kalibrasi dilakukan dengan langkah-langkah di bawah ini.

- 1) Pilih meter standar dengan tingkat ketelitian 0,1 % sampai 0,5 %. Misal meter standar yang digunakan mempunyai kelas kesalahan 0,5 %.
- 2) Rangkaian kalibrasi arus disusun seperti Gambar 1.69.



Gambar 1.69. Rangkaian kalibrasi arus

- 3) Batas ukur meter ditetapkan misal pada batas ukur 250 mA untuk yang dikalibrasi dan 250 mA meter standar.
- 4) Sumber tegangan diatur pada arus maks 250 mA.
- 5) Membuat tabel pengamatan.
- 6) Tegangan sumber divariasikan sepanjang harga dari 0 sampai 250 mA misal dengan pengaturan 25 mA.
- 7) Melakukan pengaturan tegangan sumber dan mencatat penunjukkan pada kedua meter hasil pengamatan misal dalam tabel berikut ini.



Tabel 1.11. Contoh data kalibrasi arus

No	Meter standar (mA)	Meter dikalibrasi (mA)				Selisih (mA)	Mutlak	Kelas Kes
		A1	A2	A3	rerata			
1	250	260	255	250	255	5	5	1.01%
2	225	229	227	228	228	3	3	
3	200	202	204	203	203	3	3	
4	175	178	179	177	178	3	3	
5	150	152	152	154	153	3	3	
6	125	127	128	126	127	2	2	
7	100	98	99	97	98	-2	2	
8	75	71	73	72	72	-3	3	
9	50	50	48	49	49	-1	1	
10	25	25	27	29	27	2	2	
11	0	0.5	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	
Jumlah						15.7	27.7	
Rerata							2.52	

Keterangan:

V_1 = hasil pengukuran ke-1; V_2 = hasil pengukuran ke-2; V_3 = hasil pengukuran ke-3; V rerata = $(V_1+V_2+V_3)/3$

Perhitungan persentase kesalahan:

Persen kesalahan dihitung dengan persamaan = $\{(Rerata\ meter\ dikalibrasi - Meter\ standar) / Batas\ Ukur\} \times 100\ %$. Kesalahan 1 % artinya harga penunjukkan meter yang dikalibrasi pada batas ukur 250 mA mempunyai kesalahan rata-rata 1% terhadap meter standar yang mempunyai kelas kesalahan 0,5 %.

Harga koreksi relatif dan kesalahan relatif

Kesalahan dinyatakan dalam $\alpha = I_A - I_s$ merupakan selisih dari harga penunjukkan meter yang dikalibrasi dikurangi penunjukkan meter standar. Kesalahan relatif merupakan perbandingan antara kesalahan terhadap harga penunjukkan meter standar. Harga koreksi dinyatakan $k = I_s - I_A$ merupakan selisih antara harga standar dan penunjukkan meter yang dikalibrasi.

Tabel 1.12. Contoh kesalahan dan koreksi

No	Meter standar (mA)	Meter dikalibrasi (mA)				Kesalahan	Kesalahan Relatif (%)	Koreksi	Koreksi relatif (%)
		A1	A2	A3	rerata				
1	250	250	255	260	255	5	2.00	-5	-1.96
2	225	229	228	227	228	3	1.33	-3	-1.32
3	200	200	203	206	203	3	1.50	-3	-1.48
4	175	177	178	179	178	3	1.71	-3	-1.69
5	150	152	153	154	153	3	2.00	-3	-1.96
6	125	126	127	128	127	2	1.60	-2	-1.57
7	100	99	98	97	98	-2	-2.00	2	2.04
8	75	72	73	74	72	-3	-4.00	3	4.17
9	50	50	49	48	49	-1	-2.00	1	2.04
10	25	28	27	26	27	2	8.00	-2	-7.41
11	0	0.6	0.8	0.8	0.7	0.7	0.00	-0.7	-100.00
Jumlah						15.7	10.15	0	-109.13
Rerata							0.92		-9.92

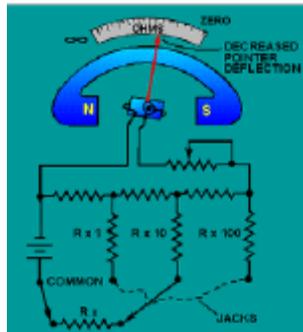


c) Pengukuran Tahanan

- 1) Jangan mengukur resistansi rangkaian yang ada tegangannya.
- 2) Putar knob pemilih cakupan pada cakupan Ω yang tepat.



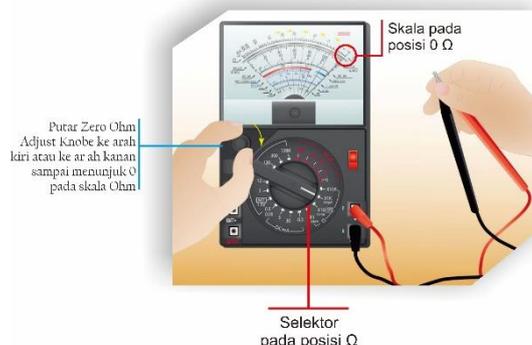
Gambar 1.70. Cara pemasangan ohmmeter



Gambar 1.71. Posisi pemindahan cakupan ohmmeter

Secara rangkaian pemilihan cakupan skala pengukuran atau pengali sebenarnya adalah memilih resistansi shunt sebagaimana pada penambahan batas ukur ampermeter. Pemindahan tersebut ditunjukkan Gambar 1.71.

- 3) Hubung singkat kaki meter merah dan hitam dan putar pengatur nol ohm, sehingga penunjuk lurus pada 0 Ω . (jika penunjuk gagal berayun ke nol Ω meskipun pengatur penunjuk nol ohm sudah diputar penuh searah jarum jam, gantilah baterai yang berada di dalam meter dengan baterai yang baru).



Gambar 1.72. Kalibrasi ohmmeter

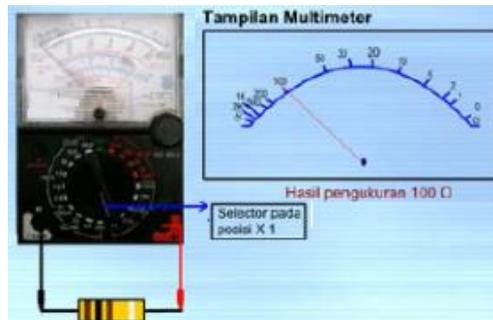
- 4) Tempatkan kaki meter pada resistensi yang diukur.



Gambar 1.73. Penempatan resistor pada pengukuran ohm



5) Baca jarum penunjuk pada skala



Gambar 1.74. Penunjukan hasil pengukuran ohm

6) Jika akan mengganti posisi cakupan $\times 10$, maka sebelum mengukur hambatan harus mengkalibrasi ulang dengan menghubungkan singkat colok meter, baru dilakukan pengukuran yang dikehendaki.



Gambar 1.75. Rangkaian pengukuran resistansi

Catatan untuk diperhatikan

- 1) Polaritas (+) dan (-) baterai berlawanan dengan polaritas colok meter pada saat pengukuran resistansi.
- 2) Cara mengganti baterai:
 - Lepaskan sekrup pengunci di belakang.
 - Keluarkan baterai kering UM-3
 - Ganti dengan baterai yang baru
 - Letakkan kembali case belakang seperti semula dan kencangkan sekrupnya.



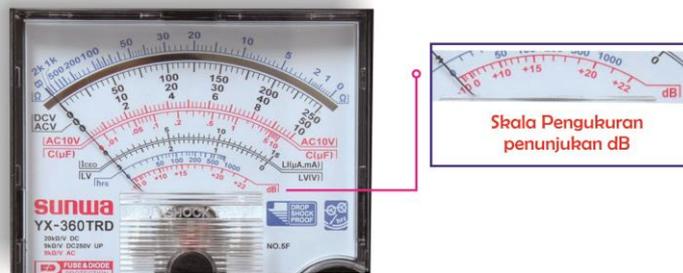
Gambar 1.76. Cara Membuka sekrup pengunci



Gambar 1.77. Bagian belakang multi meter

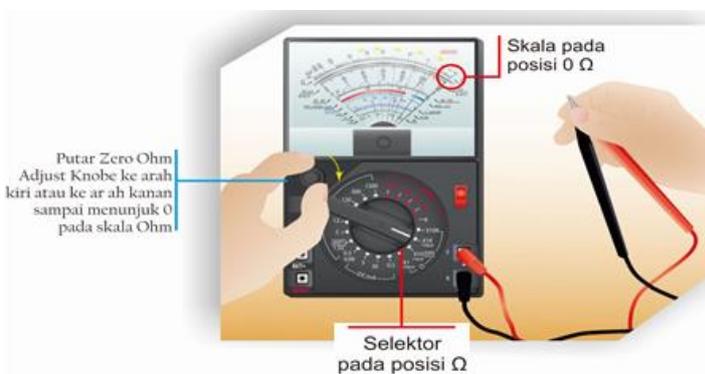
d) Pengukuran Keluaran Penguat Audio Frekuensi (dB)

Desibel (dB) diukur caranya sama seperti pengukuran tegangan AC dibaca pada skala dB (*decibell*). Pada pengukuran cakupan 10 Volt dibaca langsung pada skala dB (-10dB -+22dB) tetapi pada saat pengukuran cakupan 50 Volt ditambah 14 dB, pada cakupan 250 V ditambah 28 dB dan pada cakupan 1000 V penambahnya 40 dB. Jadi dB maksimum yang terbaca $22 + 40 = 62$ dB diukur pada cakupan 1000 V.



Gambar 1.76. Posisi skala dB meter

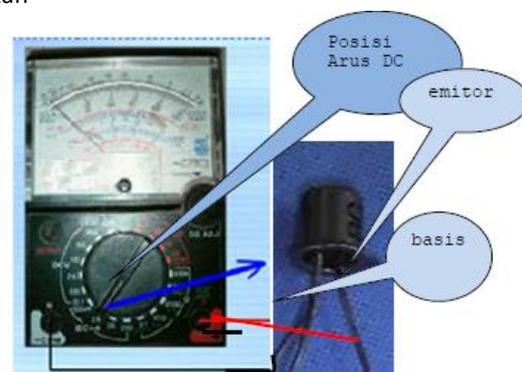
e) Pengukuran Arus Bocor (ICEO) transistor



- 1) Pertama lakukan kalibrasi ohm meter dengan menghubungkan kedua colok meter dan mengatur posisi jarum ke 0 Ω dengan menset knob pemilih cakupan pada cakupan yang tepat dari 1X sampai dengan X1k.

Gambar 1.79. Pengenalan sebelum mengukur hambatan

- 2) Untuk transistor NPN tempatkan colok berwarna hitam pada kolektor dan colok meter merah pada kaki emitor untuk transistor PNP sebaliknya.



Gambar 1.80. Pengukuran arus bocor transistor NPN

- 3) Arus bocor dibaca pada skala ICEO yang diindikasikan skala (dalam satuan μA , mA)

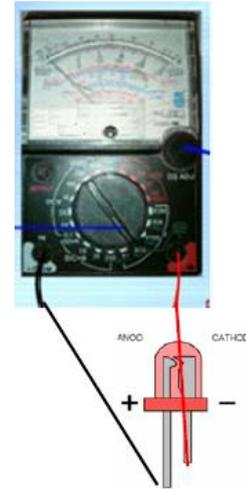


Gambar 1.81. Posisi skala pembacaan ICEO



f) Pengukuran Dioda (termasuk LED)

- 1) Atur 0 Ω dengan mengatur knob pemilih range, pada caku panyang tepat dari x1 sampai dengan x 100 K ($1,5 \mu\text{A}$).
- 2) Tempatkan colok meter hitam pada kaki Anoda dan colok meter merah ke katoda pada saat pengukuran IF (arus bias maju).
- 3) Pasangkan colok hitam meter ke kaki katoda dan colok merah meter ke kaki-kaki anoda pada mengukur IR (arus reverse).

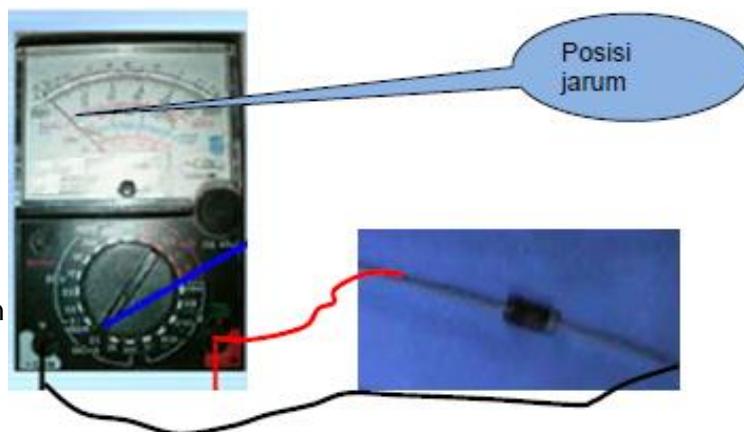


Gambar 1.82. Rangkaian pengetesan LED dengan ohmmeter



Gambar 1.83. Pengukuran arus IF dioda bias maju

- 4) Baca harga nilai penunjukan meter dengan skala L1 (gerakan jarum penunjuk cukup besar untuk IF dan kecil untuk IR).



Gambar 1.84. Pengukuran arus IR dioda bias mundur



- 5) Nilai yang ditunjukkan pada skala LV selama pengukuran dioda bias tegangan maju.



Gambar 1.85. Posisi skala pembacaan LV

g) Pengukuran Kapasitor

Pengukuran kapasitor dengan multimeter dilakukan dengan prosedur sebagai di bawah ini.

- 1) Atur knob pemilih cakupan pada C(μ F).
- 2) Kapasitansi diukur dengan menyentuhkan colok meter pada kaki kapasitor yang diukur setelah pengaturan nol Ω , selanjutnya dilakukan seperti pada pengukuran resistansi.
- 3) Jarum akan bergerak ke skala penuh karena mendapatkan muatan dari arus meter. Oleh Karena itu jarum akan bergerak naik (arah panah hijau), kemudian kembali menuju nol (arah panah biru). Nilai kapasitor dibaca pada saat jarum menunjuk harga maksimum pada skala C(μ F).



Gambar 1.86. Gerakan jarum pengukuran Kapasitor



Gambar 1.87. Posisi skala kapasitor

Pengetesan Komponen

Meter elektronik yang diproduksi dengan skala Ohmmeter daya tinggi dapat digunakan untuk pengetesan dioda, transistor dan SCR daya rendah.

a) Pengetesan Dioda

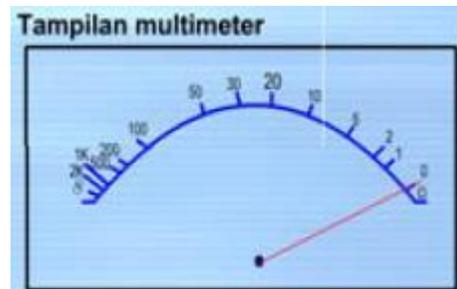
Pengetesan dioda dilakukan untuk melihat konisi baik tidaknya dan atau untuk menentukan kaki elektroda dioda dengan benar. Pengetesan dioda dilakukan dengan prosedur sebagai berikut.

- 1) Tandai kutub positif baterai meter ada kalanya polaritas baterai tidak sama dengan polaritas colok meter. Termasuk di dalam meter dalam pembahasan ini.

- Melakukan kalibrasi ohm meter dengan menghubungkan singkat kedua colok meter, jarum penunjuk ditepatkan pada nol melalui knob pengendalian jarum meter



Gambar 1.88. Pengerolan jarum ohm meter



Gambar 1.89. Tampilan Pengerolan ohmmeter

- Setelah mengetahui baterai positif pada colok hitam meter dan polaritas negatif colok merah meter, polaritas baterai positif dihubungkan dengan anoda sedangkan polaritas negatif pada katoda dioda. Dioda kondisi baik jika jarum menyimpang menuju nol.
- Jika semula tidak mengetahui elektroda dioda maka pada saat hubungan seperti tersebut di atas maka elektroda anoda adalah yang terhubung polaritas positif baterai (colok meter hitam) dan elektroda katoda yang terhubung colok meter merah.
- Hubungan dibalik untuk menguji bias balik dioda anoda yang semula mendapat positif baterai dihubungkan dengan polaritas negatif katoda sebaliknya. Dioda dikatakan baik jika jarum meter tidak menyimpang.



Gambar 1.90. Pengetesan dioda bias maju



Gambar 1.91. Pengetesan dioda bias balik



b) *Pengetesan Transistor*

Pengetesan transistor dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- 1) Knob pemilih cakupan pengukuran pada posisi ohm X1 atau X100.

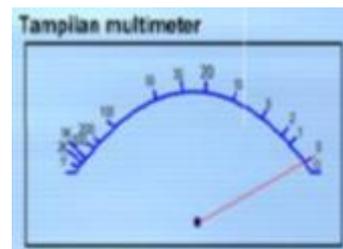


Gambar 1.92. Knob selektor posisi ohmmeter

- 2) Kalibrasi ohmmeter dengan menghubungkan singkat kedua colok meter, knob pengendalian meter diatur untuk mendapatkan pembacaan tepat nol.



Gambar 1.93. kalibrasi ohmmeter



Gambar 1.94. Tampilan kalibrasi ohmmeter

- 3) Pengetesan transistor NPN basis dihubungkan dengan colok hitam (+) baterai dan emitor colok meter merah (-) baterai.
- 4) Transistor dalam kondisi baik jika jarum meter menyimpang menuju nol.
- 5) Colok meter merah dipindahkan dari emitor ke kolektor, transistor dalam kondisi baik jika jarum meter bergerak menuju nol



Gambar 1.95. Pengetesan transistor NPN emitor negatif meter nunjuk nol

Gambar 1.96. Pengetesan transistor NPN kolektor negatif meter nunjuk nol





- 6) Colok meter hitam dipindahkan dari basis diganti dengan colok meter merah, colok meter hitam dihubungkan dengan emitor. Transistor dalam kondisi baik jika jarum penunjuk tidak bergerak.



Gambar 1.97. Pengetesan basis emitor reverse

- 7) Colok meter hitam dipindahkan dari emitor ke kolektor, transistor dalam kondisi baik jika meter tidak bergerak.



Gambar 1.98. Pengetesan basis kolektor reverse

c) *Pengetesan SCR*

Silicon Controlled Rectifier atau lebih dikenal dengan SCR daya rendah dapat diukur dengan menggunakan ohmmeter daya tinggi. Pengetesan dilakukan dengan prosedur di bawah ini.

- 1) Tempelkan colok meter hitam (+ baterai) dengan *gate* dan anoda sekaligus, sedangkan colok meter merah dihubungkan dengan katoda. SCR dalam kondisi baik jika jarum meter bergerak menuju nol. Jika tidak maka sebaliknya.



Gambar 1.99. SCR Anoda *gate* dikopel katoda tegangan negatif

- 2) Lepaskan *gate* dari colok meter hitam sedang hubungan dengan anoda dipertahankan, SCR kondisi baik jika jarum tetap pada posisi menunjuk di angka nol. Jika tidak maka sebaliknya.

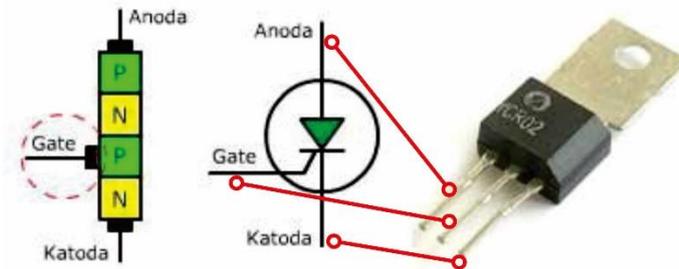
- 3) Jika semula tidak mengetahui elektroda SCR, dapat ditemukan dengan menandai kaki yang dilepas jarum tetap posisi menunjuk nol adalah elektroda *gate*. Sedangkan elektroda yang mendapatkan colok meter hitam (+baterai) anoda dan yang mendapat colok merah (-baterai) adalah katoda.



Gambar 1.100. *Gate* dilepaskan posisi jarum tetap nol



- 4) Berdasarkan pengelasan tersebut diperoleh kesimpulan untuk SCR type FIR 3D mempunyai urutan elektroda katoda (K), anoda (A) dan *gate* (G).



Gambar 1.101. Elektroda SCR FIR 3D

Perawatan

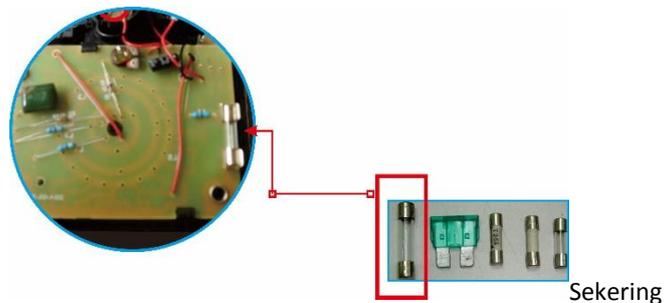
a) Mengganti Sekering

Jika beban lebih di atas tegangan penyalan (kira-kira 100 V) diberikan pada DC A dan range, sekering tidak berfungsi sebagai pelindung rangkaian.

- 1) Lepaskan sekrup pengunci di belakang case dan pindahkan
- 2) Posisi sekering di papan rangkain tercetak bagian dalam meter.



Gambar 1.102. Pelepasan skrup pengunci sekering



Gambar 1.103. Posisi sekering dalam PCB

b) Perawatan Penyimpanan Meter

- 1) Penyimpanan mencegah kejutan berturut-turut pada multimeter dari getaran oleh pembebanan pada sepeda motor atau sejenisnya.
- 2) Jaga multimeter dari debu kelembaban.
- 3) Jangan meninggalkan multimeter untuk waktu yang lama di tempat temperatur tinggi (lebih tinggi dari 55° C) kelembaban tinggi (lebih tinggi daripada 80%) dan mengandung embun.



Perbaikan

Jika meter gagal digunakan lakukan pengecekan berikut sebelum dikirim untuk di perbaiki

- 1) Apakah sekering tidak putus? Untuk meyakinkan sekering tidak putus, sekering dikeluarkan dari tempatnya di papan rangkaian dan dilakukan pengetesan dengan ohmmeter. Sekering tidak putus jika jarum menyimpang menuju nol.



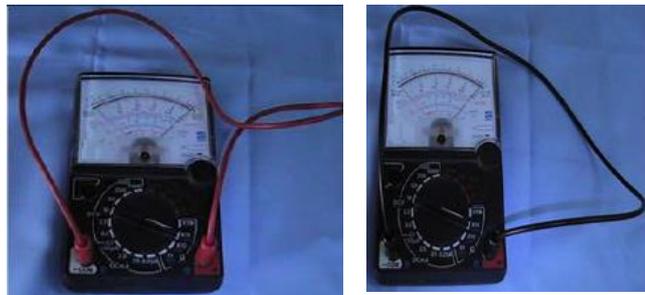
Gambar 1.104. Pengetesan sekering

- 2) Apakah baterai tidak habis? Pengecekan dilakukan dengan membuka meter dan mengukur tegangan baterai. Baterai baik jika jarum menyimpang dengan harga penunjukkan mendekati 9 Volt. Dalam pengetesan ini baterai kondisi baik.



Gambar 1.105. Pengukuran baterai

- 3) Apakah colok meter tidak putus? Pengecekan dilakukan dengan mengetes konduksi colok meter dengan ohmmeter. Pengetesan meter ini kondisi colok baik tidak putus.



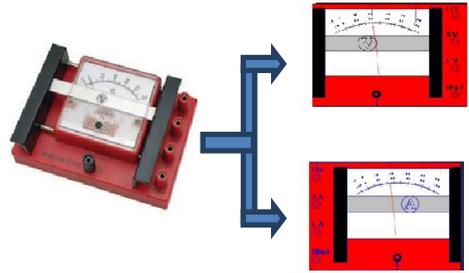
Gambar 1.106. Pengecekan colok meter

e. Alat ukur listrik pada KIT Listrik di Sekolah

Sekarang banyak dibuat alat ukur listrik yang lebih praktis dalam penggunaannya di sekolah, yaitu terdapat pada KIT LISTRIK. Meter dasar atau *basic meter* merupakan alat ukur listrik pada KIT tersebut, digunakan sebagai ampermeter dan sebagai voltmeter. Multitester atau multimeter merupakan alat ukur listrik yang dapat digunakan sebagai *ampermeter*, *voltmeter*, dan sebagai *ohmmeter*. Mulltimeter di pasaran dikenal juga dengan nama AVO meter.

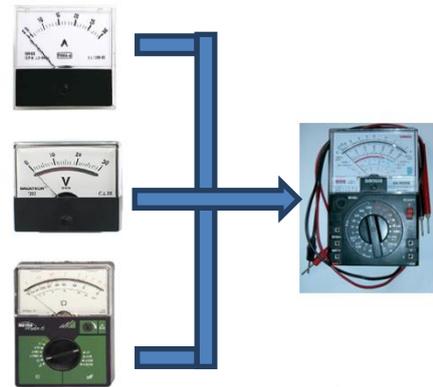


- a) *Basicmeter* sering digunakan pada praktikum kelistrikan sebagai voltmeter. Caranya ialah menggeser penutup terminalnya sampai terlihat tanda V di tengah dan terminal - terminalnya dapat disambungkan dengan kabel secara benar.



Gambar 1.107. Bentuk *basicmeter* di sekolah

- b) Multimeter dapat digunakan untuk mengukur tegangan, arus listrik, atau hambatan dengan cara mengatur *switch* pada bagian tengahnya. Hubungkan dengan terminal multimeter dengan probe (+) dan (-) saat akan digunakan!



Gambar 1.108. Jenis-jenis Multitester di sekolah

- c) Cara menggunakan *Basicmeter* sebagai Voltmeter
- 1) Siapkan *power supply*, *Basicmeter*, dan kabel secukupnya.
 - 2) Hubungkan *power supply* dengan sumber tegangan dari PLN.
 - 3) Atur tombol tegangan *power supply* mulai dari tegangan yang paling kecil.
 - 4) Atur meter dasar sehingga menjadi voltmeter.
 - 5) Pasangkan kabel pada terminal positif dan negatif dari voltmeter mulailah dari rentang tertinggi.
 - 6) Tempelkan atau hubungkan kabel/probe dari voltmeter dengan terminal keluaran *power supply*.
 - 7) Catat/baca penunjukkan voltmeter.
 - 8) Naikkan tegangan *power supply* secara bertahap.
 - 9) Lakukan langkah 6 dan 7 untuk setiap perubahan tegangan *power supply*.
- d) Cara menggunakan *Basicmeter* sebagai Amperemeter
- 1) Siapkan baterai dan dudukannya, papan rangkaian, jembatan penghubung, bola lampu dan dudukannya, meter dasar, saklar, dan kabel secukupnya.



- 2) Atur bola lampu, jembatan penghubung, baterai, dan saklar pada papan rangkaian sehingga membentuk sebuah rangkaian.
- 3) Tekan saklar untuk menguji fungsi rangkaian. Jika lampu menyala berarti rangkaian sudah benar.
- 4) Atur meterdasar sehingga menjadi amperemeter; mulailah dari rentang tertinggi.
- 5) Lepas jembatan penghubung sebelum masuk ke percabangan rangkaian.
- 6) Tancapkan probe amperemeter untuk menentukan kuat arus listrik sebelum masuk percabangan rangkaian.
- 7) Baca/catat penunjukkan amperemeter.
- 8) Lakukan langkah 5 dan 6 untuk menentukan kuat arus listrik pada setiap percabangan.
- 9) Lakukan langkah 5 dan 6 untuk menentukan kuat arus listrik setelah meninggalkan percabangan.

Contoh:

Tentukan hasil pengukuran alat ukur listrik yang ditunjukkan gambar berikut ini!

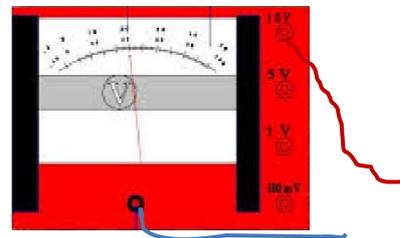
a. Voltmeter

➤ **Baca langsung:**

Penunjukkan Voltmeter = 4 Volt

➤ **Perhitungan:**

$$\begin{aligned} \text{Penunjukkan Voltmeter} &= (40/100) \times 10 \text{ Volt} \\ &= 4 \text{ Volt} \end{aligned}$$



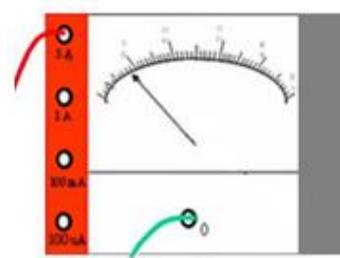
b. Amperemeter

➤ **Baca langsung:**

Penunjukkan Amperemeter = 0,85 A

➤ **Perhitungan:**

$$\begin{aligned} \text{Penunjukkan Amperemeter} &= (8,5/50) \times 5 \text{ A} \\ &= 0,85 \text{ A} \end{aligned}$$





Karakter Integritas

Jujur itu merupakan sikap dan sifat yang harus dipunyai oleh kita, sebab dengan kita berperilaku jujur tentunya akan menumbuhkan rasa kepercayaan seseorang terhadap diri kita. Bayangkan jika kita tidak pernah berbuat jujur? kita akan dijauhi oleh teman kita sendiri. Orang yang dari awal sudah tidak jujur tentu akan kesulitan dalam bergaul dengan sesama, maka dari itu jangan sampai kita semua berperilaku bohong untuk hal sekecil apapun. Kejujuran adalah sikap kita berbuat baik, mengungkapkan apa adanya tanpa dibuat-buat, jika kita berani berbuat jujur tentunya kita harus ikhlas, tidak perlu minta imbalan atau harapan orang tersebut kepada kita. Hal inilah yang kebanyakan orang sulit sekali untuk jujur, mereka yang tertutup dan kebanyakan berbohong tentu akan terbiasa dengan hal-hal buruk yang dia lakukan, mereka menganggap hal tersebut sudah biasa dan tidak heran jika orang seperti ini banyak sekali diantara kita. Pengukuran mengajarkan kepada kita untuk selalu bersikap teliti, dan menentukan hasil pengukuran apa adanya. Hal ini yang melandasi pelajaran pengukuran dapat membentuk seseorang untuk berbuat jujur.

Karakter Nasionalis

Indonesia saat ini sedang dilanda dengan bencana sosial seperti korupsi dan intoleransi serta ketidakadilan. Dengan kita mempelajari standar pengukuran, diharapkan kita dapat terbiasa untuk taat terhadap aturan-aturan hukum yang telah ditetapkan. Dengan dilandasi kejujuran semoga kita dapat berkata, bersikap dan berfikir apa adanya, sehingga tidak terjadi pemutar balikan fakta yang merugikan kehidupan bernegara.

D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah anda mengkaji materi besaran, satuan, dan pengukuran, Anda dapat mencoba melakukan pengukuran dengan menggunakan berbagai alat ukur fisika yang ada di sekolah baik secara individu maupun berkelompok dengan hati-hati dan teliti yang petunjuknya disajikan dalam lembar kegiatan. Untuk kegiatan eksperimen, Anda dapat mencobanya mulai dari persiapan alat bahan, melakukan percobaan dan membuat laporannya. Sebaiknya Anda mencatat hal-hal penting untuk keberhasilan percobaan, agar berguna bagi Anda sebagai catatan untuk mengimplementasikan di sekolah.

Untuk kegiatan praktik penggunaan alat ukur fisika, siapkan berbagai alat ukur fisika seperti jangka sorong, mikrometer sekrup, neraca teknis, serta ampermeter dan voltmeter. Gunakan setiap lembar kerja sesuai dengan alat ukur yang anda siapkan. Ikuti setiap petunjuk yang ada dalam setiap lembar kerja. Lakukan diskusi untuk menentukan hasil pengukuran yang telah anda peroleh.



LK-1.2
Mikrometer Sekrup

Prosedur Kerja:

1. Siapkan mikrometer sekrup; catat ketelitiannya.
2. Siapkan 5 buah benda seperti kertas karton, uang logam, batang statif, kelereng, dan kartu ATM.
3. Ukur ketebalan/diameter setiap benda dengan menggunakan mikrometer.
4. Masukkan hasil pengukuran ke dalam tabel LK 2.

Tabel LK 2. Hasil Pengukuran Mikrometer Sekrup

Ketelitian Mikroeter sekrup:

No	Nama Benda	Ketebalan/Diameter
1		
2		
3		
4		
5		

5. Bandingkan hasil kerja kelompok anda dengan kelompok lainnya.
6. Faktor apakah yang membedakan hasil pengukuran tersebut?
7. Tuliskan kesimpulan yang anda peroleh dari kegiatan tersebut pada kolom yang telah disediakan.

Kesimpulan:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



LK-1.3
Neraca teknis

Prosedur Kerja:

1. Siapkan 5 buah benda yang akan ditimbang.
2. Atur neraca teknis diatas meja yang datar; lakukan kalibrasi sampai neraca teknis siap digunakan.
3. Letakkan secara bergantian benda yang akan ditimbang pada piring neraca.
4. Atur anak timbangan, sampai neraca benar-benar setimbang.
5. Catat secara cermat setiap penunjukkan anak timbangan pada kolom yang disediakan.
6. Lakukan hal yang sama untuk menimbang benda berikutnya.
7. Tentukan massa total dari setiap benda pada tabel LK 3.

Tabel LK 3. Hasil Pengukuran Neraca Teknis

No	Nama Benda	Penunjukkan Anak Timbangan				Massa Benda (1)+(2)+(3)+(4)
		100 gr (1)	10 gr (2)	1 gr (3)	0,1 gr (4)	
1						
2						
3						
4						
5						

8. Bandingkan hasil kerja kelompok anda dengan kelompok lainnya.
9. Faktor apakah yang membedakan hasil pengukuran tersebut?
10. Tuliskan kesimpulan yang anda peroleh dari kegiatan tersebut pada kolom yang telah disediakan.

Kesimpulan

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



LK-1.4
Amperemeter

Prosedur Kerja:

1. Siapkan baterai dan dudukannya, papan rangkaian, jembatan penghubung, bola lampu dan dudukannya, meterdasar, saklar, dan kabel secukupnya.
2. Atur bola lampu, jembatan penghubung, batere, dan saklar pada papan rangkaian sehingga membentuk sebuah rangkaian.
3. Tekan saklar untuk menguji fungsi rangkaian. Jika lampu sudah menyala berarti rangkaian sudah benar.
4. Atur meterdasar sehingga menjadi amperemeter; mulailah dari rentang tertinggi.
5. Lepas jembatan penghubung sebelum masuk ke percabangan rangkaian.
6. Gunakan amperemeter untuk menentukan kuat arus listrik sebelum masuk percabangan rangkaian.
7. Catat penunjukkan amperemeter; masukkan hasilnya ke dalam Tabel LK 4
8. Lakukan langkah 5 dan 6 untuk menentukan kuat arus listrik pada setiap percabangan.
9. Lakukan langkah 5 dan 6 untuk menentukan kuat arus listrik setelah meninggalkan percabangan.
10. Lakukan setiap pengukuran kuat arus listrik pada langkah 7, 8, dan 9 masing-masing 3 kali
11. Bandingkan kuat arus listrik yang dihasilkan pada langkah 7, 8, dan 9

Tabel LK 4. Hasil Pengukuran Amperemeter

No	Penunjukkan Amperemeter			
	Sebelum Percabangan	Percabangan 1	Percabangan 2	Setelah Percabangan
1				
2				
3				
4				

12. Faktor apakah yang menyebabkan adanya perbedaan hasil pengukuran pada setiap bagian?
13. Tuliskan kesimpulan yang anda peroleh dari kegiatan tersebut pada kolom yang telah disediakan.

Kesimpulan

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



E. Latihan/Kasus/Tugas

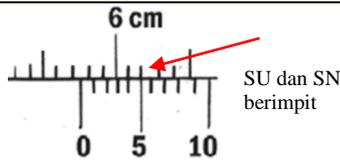
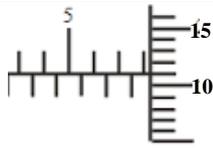
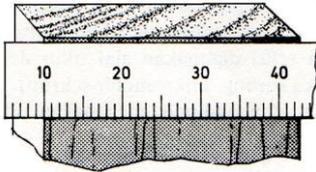
a. Latihan Soal

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

1. Alat ukur Panjang

Petunjuk:

- Lengkapilah setiap kolom pada tabel untuk menentukan hasil suatu pengukuran panjang dengan cara menggambarkan posisi skala utama dan skala nonius, menentukan/membaca hasil pengukuran, atau melengkapi perhitungannya.
- Jangan sampai lupa, cantumkan ketelitian dari setiap alat ukur yang anda gunakan.

No.	Gambar	Hasil	
		Hasil Pembacaan	Perhitungan
1	 <p>SU dan SN berimpit</p>	Skala utama: ... cm Skala nonius: ...	(Ketelitian JS = ... cm) (Ketidak pastian = ... cm) HP = ... + (... x ...) = ... cm Pelaporan = (...±...) cm
2		Skala utama: ...mm Skala nonius: ...	(Ketelitian MS = ...mm) (Ketidak pastian = ...mm) HP = ... + (... x ...) = ... mm Pelaporan = (...±...) mm
3	Isilah dengan gambar skala alat ukur yang sesuai	Skala utama: ... cm Skala nonius: ...	(Ketelitian JS = ... cm) (Ketidak pastian = ... cm) HP = ... + (... x ...) = ... cm Pelaporan = (1,348±0,01) mm
4	Isilah dengan gambar skala alat ukur yang sesuai	Skala utama: ...mm Skala nonius: ...	(Ketelitian MS = ...mm) (Ketidak pastian = ...mm) HP = ... + (... x ...) = ... cm Pelaporan = (8,53±0,05) mm
5		Skala utama: ... cm	(Ketelitian = ...mm) (Ketidak pastian = ...cm) HP = ... + (... x ...) = ... cm Pelaporan = (...±...) cm
6	Isilah dengan gambar alat ukur yang berskala	Skala utama: ... cm	(Ketelitian = ...mm) (Ketidak pastian = ... cm) HP = cm Pelaporan = (4,35±0,05) cm



2. Alat ukur Massa

Petunjuk:

- a. Lengkapilah setiap kolom pada tabel untuk menentukan hasil suatu pengukuran panjang dengan cara menggambar posisi dari beban geser, menentukan nilai setiap beban geser, atau menentukan hasil penimbangan massanya.

No.	Gambar Lengan Neraca	Penunjukkan anak timbangan				Massa Benda (gram)
		ratusan	puluhan	satuan	ketelitian	
1	Isilah dengan gambar skala alat ukur yang sesuai					138,57
2	Isilah dengan gambar skala alat ukur yang sesuai	100	20	6	0.66	
3						
4						
5	Isilah dengan gambar skala alat ukur yang sesuai					442,4

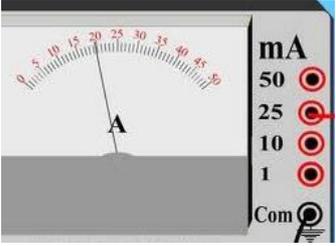
3. Alat ukur Arus Listrik

Petunjuk:

- a. Perhatikan setiap data/gambar dalam tabel dengan cermat.
b. Buatlah gambar, hasil pembacaan voltmeter, atau perhitungannya sehingga tabel menjadi lengkap.

No	Gambar Amperemeter	Kuat Arus Listrik	
		Hasil Pembacaan	Perhitungan
1		Hasil = A	Perhitungan = .../.... x .....A =A

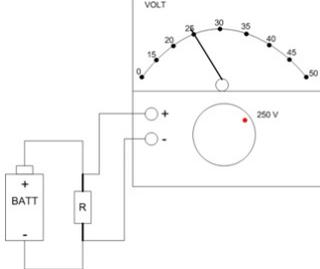
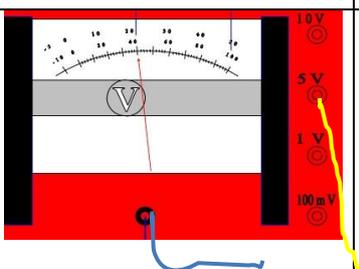


2	Isilah dengan gambar skala alat ukur yang sesuai	Hasil = A	0,54 A
3	Isilah dengan gambar skala alat ukur yang sesuai	Hasil = 22 A	Perhitungan = .../.... x A =A
4	Isilah dengan gambar skala alat ukur yang sesuai	Hasil = mA	Perhitungan = (2,4/5) x 2 A = 0,96 A
5		Hasil = mA	Perhitungan = .../.... x mA = mA

4. Alat ukur Tegangan Listrik

Petunjuk:

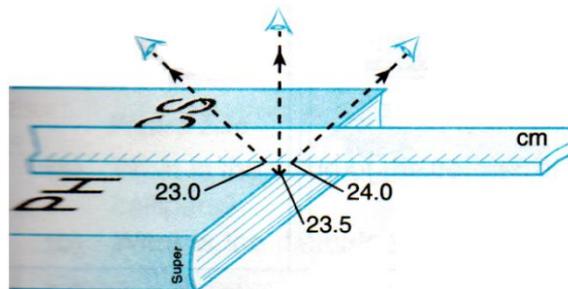
- Perhatikan setiap data/gambar dalam tabel dengan cermat.
- Buatlah gambar, hasil pembacaan alat ukur, atau perhitungan sehingga tabel menjadi lengkap.

Perc	Gambar Voltmeter	Tegangan	
		Hasil Pembacaan	Perhitungan
1		Hasil = Volt	Perhitungan = .../..... x V =V
2	Gambar:	Hasil = 22 Volt	Perhitungan = /.... x 50 V =V
3		Hasil = Volt	Perhitungan = /.... x 5 V =V



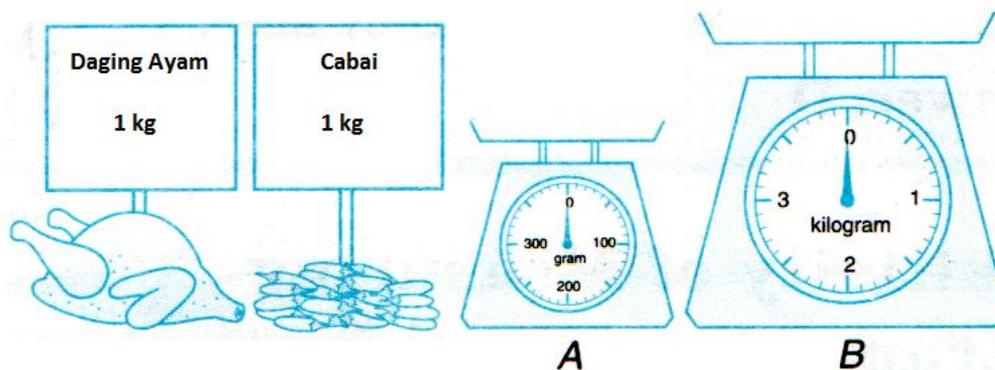
4	Gambar:	Hasil = Volt	Perhitungan = $(10/25) \times 5 \text{ V}$ = V
5	 Batas Ukur = 250 VAC	Hasil = Volt AC	Perhitungan = $(\dots/\dots) \times \dots \text{ VAC}$ = ... VAC

5. Pada gambar berikut ini menunjukkan tiga posisi mata yang berbeda ketika mengukur panjang sebuah buku.



Posisi mata mana yang paling tepat untuk mengukur buku tersebut, Jelaskan!

6. Seorang pedagang memiliki dua buah timbangan A dan B. Timbangan A memiliki rentang pengukuran antara 0 sampai 400 gram, dan memiliki skala terkecil 10 gr atau 0,01 kg. Timbangan B memiliki rentang pengukuran antara 0 sampai 4 kg dan memiliki skala terkecil sebesar 0,1 kg.



Seorang ibu rumah tangga ingin membeli 1 ekor daging ayam dengan berat 1,5 kg dan cabai merah seberat 200 gram. Pilihlah timbangan yang tepat untuk setiap belanjaan yang akan dibeli, jelaskan!



7. Suatu amperemeter dengan hambatan 50 ohm dan arus simpangan penuhnya 1 mA. Agar dapat untuk mengukur arus sebesar 1 A, berapakah besarnya hambatan shunt dan berapakah besarnya hambatan amperemeter shunt (R_m')?
8. Untuk menunjukkan bagaimana efek pembebanan sesungguhnya berpengaruh, pertimbangkan keadaan pengukuran yang dilukiskan dalam Gambar 2-21. Hitung pembacaan voltmeter pada batas ukur 50 volt dan pada batas ukur 5 volt!

b. Tugas Pengembangan Soal

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

Prosedur Kerja

1. Pelajari kembali bahan bacaan berupa Modul Pengembangan Instrumen Penilaian di Modul G Kelompok Kompetensi Pedagogik.
2. Pelajari kisi-kisi yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan seperti pada Lampiran 2 dan 3.
3. Buatlah kisi-kisi soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari sesuai format berikut pada Lampiran 4. (Sesuaikan dengan kurikulum yang berlaku di sekolah anda).
4. Berdasarkan kisi-kisi di atas, buatlah soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari pada modul ini.
5. Kembangkan soal-soal level *Higer Orther of Thinking skill's* HOTS.
6. Bentuk soal yang dikembangkan berupa Pilihan Ganda (PG) dan essay, masing-masing 3 soal.
7. Masing-masing soal dibuat dalam kartu soal seperti pada Lampiran 5 dan 6.
8. Sebagai acuan pengembangan soal yang baik Anda dapat menelaah soal tersebut secara mandiri atau dengan teman sejawat dengan menggunakan instrumen telaah soal seperti terlampir pada Lampiran 7 dan 8.



F. Rangkuman

1. Besaran adalah gambaran secara kuantitatif (ukuran) dari benda, proses atau suatu keadaan. Besaran dalam fisika dibedakan menjadi besaran pokok dan besaran turunan.
2. Satuan adalah cara mengungkapkan suatu ukuran dengan menggunakan bilangan. Ada tiga macam sistem satuan yaitu: *British Gravitational system* (BGS), *Metric system* (MKS), dan *System International* (SI).
3. Mengukur yaitu aktivitas membandingkan suatu besaran dengan sebuah satuan.
4. Alat ukur dalam fisika yang paling sering digunakan di laboratorium antara lain jangka sorong, mikrometer sekrup, neraca teknis, voltmeter, amperemeter, ohmmeter, dan sebagainya.
5. Sekarang banyak dibuat alat ukur listrik yang lebih praktis dalam penggunaannya untuk kepentingan pembelajaran di sekolah. Meter dasar atau *basicmeter* dan Multitester atau multimeter merupakan alat ukur listrik bagian dari KIT LISTRIK yang ada di sekolah.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Materi yang Anda pelajari dalam kegiatan pembelajaran 1 ini merupakan konsep dasar/esensial yang terdapat dalam keseluruhan materi *Besaran, Satuan dan Pengukuran*. Terdapat kajian lebih lanjut yang dapat Anda pelajari lebih dalam lagi. Untuk itu silakan mengeksplorasi referensi lain selain yang dituliskan dalam daftar pustaka.

Setelah menyelesaikan soal latihan, 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 85%, silahkan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 85%, sebaiknya Anda ulangi kembali mempelajari kegiatan Pembelajaran 1 dengan kerjakeras, kreatif, disiplin dan kerja sama.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

VEKTOR DAN SKALAR



Gambar 2. Vektor posisi terakhir Pesawat MH370 sebelum hilang

Apakah Anda masih ingat nasib Malaysia Airlines MH370 dan 239 orang di dalamnya, akhirnya dinyatakan berakhir di Samudera Hindia sebelah selatan. Tak ada satupun yang selamat. Perdana Menteri Malaysia Najib Razak mengungkapkan, kesimpulan tersebut didasarkan pada analisis yang dilakukan perusahaan penyedia data satelit Inmarsat. Bagaimana data satelit bisa mengungkap nasib pesawat yang bangkainya belum lagi ditemukan?

Para ilmuwan Inmarsat memeriksa `ping` samar yang ditangkap satelit dari pesawat menggunakan 'efek Doppler', perubahan frekuensi gelombang akibat perubahan posisi atau pergerakan pengamat relatif terhadap sumber gelombang atau sebaliknya pada arah utara dan selatan. Dengan membandingkan model ini dengan lintasan pesawat lain di rute yang sama, para ahli menghasilkan kecocokan antara prediksi Inmarsat bahwa MH370 menuju ke selatan dengan pembacaan data dari pesawat lain di rute itu. Secara definitif terungkap, pesawat pasti mengambil jalur selatan, (*Jonathan Sinnatt, kepala komunikasi Inmarsat*).

Dalam fisika, posisi dan perubahannya merupakan salah satu bagian dari besaran fisis yang memiliki nilai dan arah, dikenal dengan vektor. Sedangkan besaran fisis yang hanya memiliki nilai saja tergolong ke dalam besaran skalar.

Materi Vektor dan Skalar di sekolah terdapat pada mata pelajaran fisika SMA. Pada Kurikulum 2013 disajikan di kelas X semester 1 dengan Kompetensi Dasar (KD) sebagai berikut, KD dari Kompetensi Inti 3 (KI 3) **Aspek Pengetahuan:** 3.2 Menerapkan prinsip penjumlahan vektor (dengan pendekatan geometri). KD dari KI 4 **Aspek Keterampilan:** 4.1 Merencanakan dan melaksanakan percobaan untuk menentukan resultan vektor. Dengan demikian agar dapat mengajarkan materi besaran dan satuan kepada siswa, guru disarankan memiliki kompetensi terkait materi materi tersebut. Kompetensi guru yang akan



dikembangkan melalui modul ini adalah: “20.1. Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori fisika, serta penerapannya secara fleksibel”, dengan sub kompetensi “Menjabarkan konsep dan teori besaran vektor dan skalar” 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 mempelajari modul ini diharapkan Anda dapat:

1. memahami konsep vektor dan skalar.
2. menerapkan operasi vektor untuk mendapatkan nilai resultan dan arah dari suatu besaran fisis.
3. menggambarkan vektor suatu besaran fisis dengan menggunakan metode grafis.

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

Indikator ketercapaian yang diharapkan adalah Anda dapat:

1. mengklasifikasikan besaran fisis yang tergolong ke dalam vektor dan skalar.
2. menggambarkan vektor dengan metode segitiga, jajaran genjang, dan poligon. dan analitis.
3. menentukan besar, resultan, dan arah dari suatu vektor secara analisis dan grafis
4. melakukan percobaan sederhana terkait analisis vektor.

C. Uraian Materi

1. Besaran skalar dan vektor

Dalam fisika selain besaran pokok dan besaran turunan, dikenal juga besaran vektor dan besaran skalar. Besaran vektor adalah besaran fisika yang mempunyai nilai dan arah sedangkan besaran skalar adalah besaran fisika yang hanya mempunyai nilai tetapi tidak mempunyai arah. Posisi dan atau perpindahan, kecepatan, gaya, tekanan, medan magnet, dan momentum merupakan salah satu contoh besaran vektor. Besaran-besaran ini selalu dapat dikaitkan dengan arah kemana vektor itu bekerja. Besaran fisika seperti massa, jarak, waktu, luas, volume dan massa jenis, termasuk besaran skalar karena besaran-besaran tersebut hanya mempunyai nilai saja.

Jika dikatakan ada sebuah meja yang panjangnya 2 meter, maka pernyataan tersebut sudah cukup jelas karena kita tidak memerlukan arah untuk menentukan

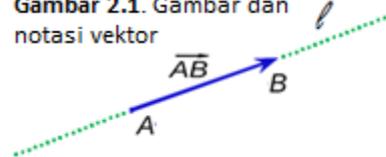


besaran panjang. Besaran seperti itu dinamakan besaran skalar. Tetapi jika dikatakan seorang anak menendang bola dengan gaya 100 N, tentunya pernyataan tersebut masih dapat memunculkan pertanyaan lainnya yaitu ke arah mana bola tersebut bergerak? Sama halnya dengan pernyataan sebuah mobil bergerak dengan kecepatan 60 km/jam, pertanyaan yang muncul misalnya ke arah mana, sesuai arah mata angin, mobil tersebut bergerak? Besaran fisis seperti gaya dan kecepatan selalu mempunyai nilai dan arah sehingga tergolong ke dalam besaran vektor.

Sebuah vektor diberi **notasi** dan digambarkan secara khusus dengan pengertian dan batasan yang jelas. Vektor diberi notasi berupa huruf besar atau kecil yang dicetak tebal atau diberi tanda panah di atasnya. Misalnya vektor sebuah gaya dapat digambarkan atau dituliskan dengan \vec{F} atau \mathbf{F} (berasal dari *force*). Kadang-kadang sebuah vektor juga diberi notasi berupa huruf besar dengan satu tanda panah di atas keduanya, misalnya vektor perpindahan sebuah benda yang bergerak dari titik A ke titik B diberi notasi \overrightarrow{AB} . Sebuah vektor dapat digambarkan sebagai potongan garis lurus berarah (anak panah), yang batasan-batasannya adalah sebagai berikut:

- Titik awal tanda anak panah adalah titik tangkap vektor. Titik tangkap vektor artinya titik kedudukan tempat vektor itu mulai bekerja.
- Panjang tanda anak panah menyatakan nilai atau besar vektor, vektor yang lebih besar digambarkan dengan anak panah yang lebih panjang, begitu juga sebaliknya, vektor yang lebih kecil digambarkan dengan anak panah yang lebih pendek. Nilai atau besar vektor diberi notasi dengan huruf yang sama dengan vektor yang bersangkutan tetapi tanpa tanda anak panah di atasnya atau tidak dicetak tebal, atau sama dengan notasi vektor tetapi di dalam tanda harga mutlak. Misalnya, besar vektor \overrightarrow{AB} adalah AB atau $|\overrightarrow{AB}|$.
- Arah anak panah menggambarkan vektor. Untuk arah ini biasanya digunakan istilah arah ke kanan (\rightarrow), arah ke kiri (\leftarrow), arah ke atas (\uparrow), arah ke bawah (\downarrow), tegak lurus bidang gambar menuju pembaca (\odot) dan arah tegak lurus bidang gambar menjauhi pembaca (\otimes). Pada bidang kartesian, arah vektor dinyatakan dengan sudut yang diapit oleh vektor itu dengan sumbu-x positif, sudut yang berputar searah jarum jam diberi tanda negatif dan sudut yang berputar berlawanan arah jarum jam diberi tanda positif.

Gambar 2.1. Gambar dan notasi vektor





- Garis perpanjangan vektor disebut garis kerja vektor, misalnya garis ℓ

Untuk kepentingan operasi vektor misalnya penjumlahan, selisih dan sebagainya, titik tangkap sebuah vektor dapat dipindah-pindahkan tetapi dengan tidak mengubah panjang dan arah vektor.

2. Jumlah dan Selisih Vektor secara Grafis dan Matematis

Bila Anda menjumlahkan atau mengurangi dua atau lebih besaran skalar maka dapat Anda lakukan dengan cara aljabar biasa, langsung dijumlahkan atau diurangkan. Berbeda bila Anda menjumlahkan atau mengurangi besaran vektor. Gaya merupakan salah satu besaran fisika yang tergolong vektor, oleh karenanya gaya biasanya dapat mewakili sebagai contoh vektor yang mudah dipelajari. Gaya yang bekerja pada sebuah benda dapat merupakan gaya tunggal atau sekaligus beberapa buah gaya. Gaya-gaya yang bekerja pada benda dapat merupakan gaya searah, dapat juga gaya-gaya yang berlawanan arah. Kita dapat menentukan besar gaya total yang bekerja pada sebuah benda dengan beberapa cara.

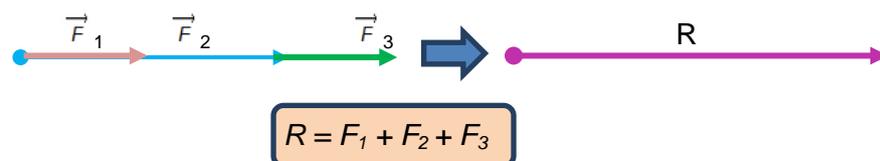
Gaya total yang bekerja pada sebuah benda dinamakan **Resultan** Gaya. Untuk menentukan resultan dua buah gaya atau lebih Anda harus meninjau dulu gaya-gaya yang bekerja pada benda. Misalkan terdapat 3 buah gaya F_1 , F_2 , dan F_3 . Anda dapat membedakan resultan gaya yang bekerja pada suatu benda menjadi 2 bagian yaitu:

a. Resultan gaya-gaya segaris-lurus

Resultan gaya segaris-lurus dapat ditentukan dengan 2 cara, yaitu:

1) Gaya-gaya searah

Besar resultan gaya yang gaya-gayanya searah dapat ditentukan dengan menjumlahkan semua gaya-gaya yang bekerja pada benda.

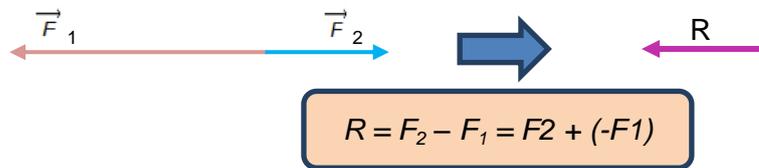


Peristiwa dalam kehidupan sehari-hari yang menunjukkan adanya penjumlahan gaya-gaya searah adalah bersama-sama mendorong mobil, bersama-sama menarik lemari yang berat.



2) Gaya-gaya berlawanan arah

Besar resultan gaya yang gaya-gayanya berlawanan arah dapat ditentukan dengan mengurangi gaya-gayanya.

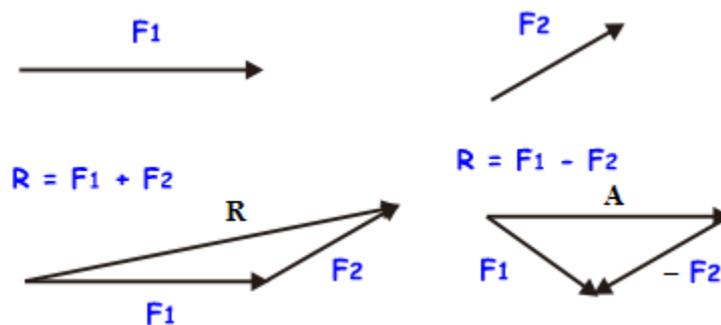


Peristiwa dalam kehidupan sehari-hari yang menunjukkan adanya pengurangan gaya-gaya berlawanan arah adalah olah raga tarik tambang.

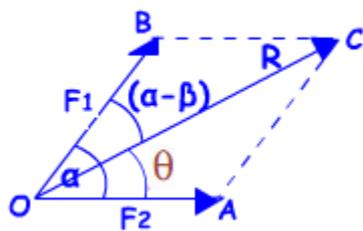
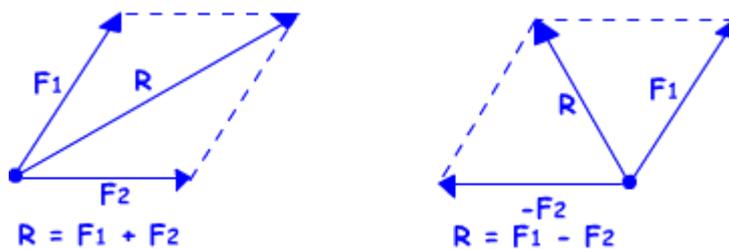
b. Resultan gaya-gaya sebidang datar

Dapat ditentukan dengan beberapa cara, yaitu:

1) Cara Segitiga



2) Cara Jajaran Genjang



Nilai resultan kedua gaya tersebut dapat ditentukan dengan menggunakan rumus cosinus:

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2 F_1 F_2 \cos \alpha}$$

Dengan arah resultan kedua gaya (θ) menggunakan rumus sinus:

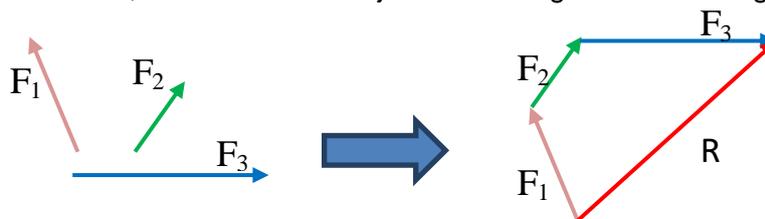
$$\frac{R}{\sin \alpha} = \frac{F_2}{\sin (\alpha - \theta)} = \frac{F_1}{\sin \theta}$$



Peristiwa dalam kehidupan sehari-hari yang menunjukkan penggunaan metode jajaran genjang adalah pemasangan papan reklame atau mengangkat suatu beban bersama-sama.

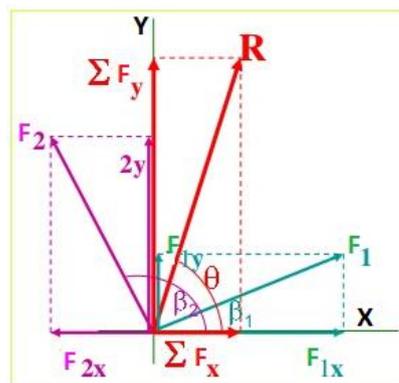
2) Cara Poligon

Metoda poligon atau segi banyak adalah suatu cara penjumlahan vektor dengan cara memindah-mindahkan vektor ke ujung vektor lainnya dengan selalu memperhatikan ketentuan bahwa: panjang (nilai) dan arah vektornya tidak berubah, misalkan Anda tinjau kembali tiga buah vektor gaya berikut ini.



3) Metoda Analitis (cara matematis)

Metoda analitis adalah suatu cara penjumlahan gaya (vektor) dengan lebih dulu menguraikan gaya-gayanya ke sumbu-sumbu yang saling tegak lurus. Perhatikan gambar berikut ini!



Nilai gaya total pada masing-masing sumbu (ΣF_x dan ΣF_y), dapat kita tentukan dengan cara menjumlahkan secara aljabar komponen-komponen gaya pada setiap sumbu ($\Sigma F_x = F_{1x} + F_{2x} + \dots + F_{nx}$ dan $\Sigma F_y = F_{1y} + F_{2y} + \dots + F_{ny}$).

Komponen gaya pada masing-masing sumbu dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan:

$$F_{1x} = F_1 \cos \beta_1 \quad ; \quad F_{2x} = F_2 \cos \beta_2 \quad ; \quad F_{nx} = F_n \cos \beta_n$$

$$F_{1y} = F_1 \sin \beta_1 \quad ; \quad F_{2y} = F_2 \sin \beta_2 \quad ; \quad F_{ny} = F_n \sin \beta_n$$



Untuk praktisnya dalam mengerjakan soal dapat menggunakan tabulasi seperti berikut.

Tabel 2.1 tabel tabulasi penjumlahan vektor

No	vektor (F)	β	$\sin \beta$	$\cos \beta$	$F_n \cdot \sin \beta$	$F_n \cdot \cos \beta$
1
2
Jumlah komponen vektor-vektor sesumbu				

Selanjutnya untuk menentukan *Nilai resultan gaya* dapat ditentukan dengan menjumlahkan gaya-gaya total pada masing-masing sumbu dengan menggunakan persamaan:

$$R = \sqrt{\sum F_x^2 + \sum F_y^2}$$

dengan sudut resultan:

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{\sum F_y}{\sum F_x} \right)$$

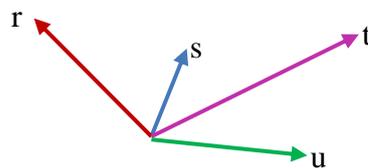
Keterangan:

R : Resultan

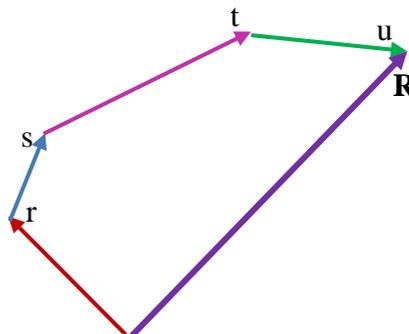
$\sum F$: jumlah aljabar gaya pada masing-masing sumbu

Contoh:

1. Tentukan penjumlahan 4 vektor seperti yang ditunjukkan gambar berikut dengan menggunakan metoda poligon.



Penyelesaian:





2. Dua buah vektor kecepatan A dan B sebidang dan setitik tangkap masing-masing besarnya 8 satuan dan 6 satuan. Jika sudut yang dibentuk oleh kedua vektor adalah 30° Tentukan besar resultannya.

Penyelesaian:

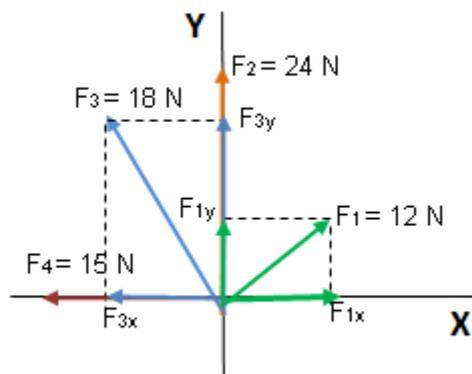
$$\begin{aligned} V_R &= \sqrt{(8^2+6^2)+(2 \cdot 6 \cdot 8 \cdot \cos 30^\circ)} \\ &= \sqrt{(64+36)+(96 \cdot 0,5\sqrt{3})} \\ &= \sqrt{100 + 48\sqrt{3}} \\ &= 13,53 \text{ m/s} \end{aligned}$$

3. Empat buah gaya bekerja pada satu titik tangkap $F_1 = 12 \text{ N}$ dengan sudut apit 45° , $F_2 = 24 \text{ N}$ dengan sudut apit 90° , $F_3 = 18 \text{ N}$ dengan sudut apit 120° , dan $F_4 = 15 \text{ N}$ dengan sudut apit 180° terhadap sumbu x positif. Tentukan:

- Gambar gaya-gayanya
- Besar dan arah resultan gayanya dengan metoda analitis

Penyelesaian:

- a.



- b.

Gaya	Gaya pada sb. X (F_x)	Gaya pada sb. Y (F_y)
$F_1 = 12 \text{ N}$	$12 \cos 45^\circ = 6\sqrt{2} \text{ N}$	$12 \sin 45^\circ = 6\sqrt{2} \text{ N}$
$F_2 = 24 \text{ N}$	$24 \cos 90^\circ = 0 \text{ N}$	$24 \sin 90^\circ = 24 \text{ N}$
$F_3 = 18 \text{ N}$	$18 \cos 120^\circ = -9 \text{ N}$	$18 \sin 120^\circ = 9\sqrt{3} \text{ N}$
$F_4 = 15 \text{ N}$	$15 \cos 180^\circ = -15 \text{ N}$	$15 \sin 180^\circ = 0 \text{ N}$
	$\Sigma F_x = -15,514$	$\Sigma F_y = 56,56$

<p>Jadi besar resultannya adalah:</p> $\Sigma F = \sqrt{(15,51)^2 + (56,56)^2}$ $= 58,65 \text{ N}$	<p>Arah resultannya adalah:</p> $\theta = \text{arc tg } \frac{56,56}{15,51}$ $= 74,67^\circ$
--	--



3. Perkalian Vektor

Perkalian vektor dapat diartikan sebagai perkalian biasa antara skala dengan vektor dan perkalian antara vektor dengan vektor. Namun biasanya yang dimaksud dengan perkalian vektor adalah perkalian antara vektor dengan vektor dan inilah yang akan segera dibahas berikut ini.

Ada dua macam perkalian vektor yaitu perkalian silang (*cross product*) dan perkalian titik (*dot product*). Perkalian silang adalah perkalian antara dua buah besaran vektor yang hasilnya berupa besaran vektor, perkalian ini biasanya juga disebut sebagai perkalian vektor antara dua vektor. Perkalian titik adalah perkalian antara dua buah besaran vektor yang hasilnya berupa sebuah besaran skalar.

Perkalian Silang (Cross Product)

Perkalian silang merupakan perkalian antara dua buah vektor dan hasilnya berupa sebuah vektor. Contoh hasil perkalian ini misalnya adalah vektor momen gaya yaitu hasil perkalian antara vektor posisi dengan vektor gaya, vektor kecepatan linier yaitu hasil perkalian antara vektor jari-jari dengan vektor kecepatan sudut, dan masih banyak yang lainnya. Secara umum perkalian silang dinyatakan secara matematik sebagai berikut ini:

$$\vec{c} = \vec{a} \times \vec{b}$$

Bila besar vektor \vec{a} adalah a) besar \vec{b} vektor adalah b) , besar vektor \vec{c} adalah c) dan vektor \vec{c} merupakan hasil perkalian antara vektor \vec{a} dan vektor \vec{b} maka besar vektor \vec{c} adalah:

$$c = ab \sin \alpha$$

dengan α adalah sudut antara vektor \vec{a} dan vektor \vec{b} . Arah vektor \vec{c} adalah tegak lurus terhadap vektor \vec{a} dan vektor \vec{b} , seperti yang diperlihatkan pada gambar berikut:



Dengan kata lain, hasil perkalian silang antara dua buah vektor adalah sebuah vektor yang tegak lurus terhadap kedua vektor itu, atau tegak lurus terhadap bidang yang dibentuk oleh kedua vektor itu.



Contoh

Vektor \vec{a} besarnya 4 satuan arahnya ke timur, dan vektor \vec{b} besarnya 2 satuan arahnya tegak lurus bidang horizontal ke atas. Berapa besar dan kemana arah hasil perkalian silang antara kedua vektor itu.

Penyelesaian:

Vektor-vektor dalam soal ini adalah seperti pada gambar di bawah ini.

$$\vec{c} = \vec{a} \times \vec{b}$$

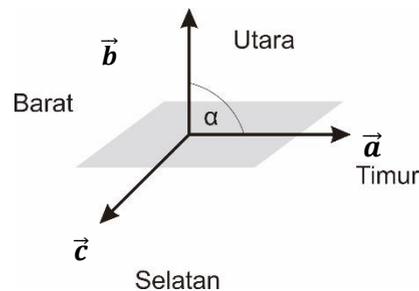
$$c = ab \sin \alpha$$

$$c = (4 \text{ satuan})(2 \text{ satuan})(\sin 90^\circ)$$

$$c = 8 \text{ satuan}$$

catatan:

satuan c adalah hasil kali satuan a dan satuan b



Gambar. Perkalian Vektor

Karena hasil perkalian silang berupa sebuah besaran vektor, maka perkalian silang tidak bersifat komutatif, artinya $(\vec{a} \times \vec{b})$ tidak sama dengan $(\vec{b} \times \vec{a})$, melainkan

$$(\vec{a} \times \vec{b}) = -(\vec{b} \times \vec{a})$$

Perkalian Titik (Dot Product)

Perkalian titik merupakan perkalian skalar antara dua buah vektor, hasil kalinya berupa sebuah skalar. Contoh perkalian ini misalnya adalah usaha dalam mekanika yaitu perkalian skalar antara vektor gaya dengan perpindahan. Secara umum perkalian titik dapat dinyatakan secara matematik sebagai berikut :

$$c = \vec{a} \cdot \vec{b}$$

besar c adalah:

$$c = ab \cos \alpha$$

dengan α adalah sudut antara vektor \vec{a} dan vektor \vec{b} Karena hasil perkalian titik antara dua buah vektor berupa sebuah besaran skalar, maka perkalian titik memenuhi sifat komutatif, artinya

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = \vec{b} \cdot \vec{a}$$

Karakter: Religius dan Integritas.



Materi vektor hendaknya dapat menyadarkan manusia bahwa Tuhan menggerakkan semua ciptaannya dengan memiliki arah dan memiliki besaran fisis yang tepat. Contohnya sistem tata Surya yang satu sama lain saling bergerak tanpa tabrakan. Setiap planet memiliki vektor kecepatan linier yang besar dan arahnya tertentu. Semua ini hanya Tuhan Yang Maha Kuasa yang mampu melakukannya. Bayangkanlah jika planet-planet di sistem tata surya kita tidak memiliki besaran gerak dan vektor dari besaran gerak itu secara tepat! Kehidupan ini akan kacau.

Selain itu topic vektor memberi pelajaran kepada manusia agar dalam setiap tindakan dan ucapan harus memiliki arah yang tepat dengan kadar yang tepat. Hal ini akan menjadikan kita percaya diri namun tetap menjaga keharmonisan kehidupan.



D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah mengkaji materi tentang Vektor dan Skalar, Anda dapat melakukan kegiatan *eksperimen* dan *noneksperimen* baik secara individu maupun berkelompok dengan hati-hati dan teliti yang petunjuknya disajikan dalam lembar kegiatan. Untuk kegiatan eksperimen, Anda dapat mencobanya mulai dari persiapan alat bahan, melakukan percobaan dan membuat laporannya. Sebaiknya Anda mencatat hal-hal penting untuk keberhasilan percobaan, agar berguna bagi Anda sebagai catatan untuk mengimplementasikan di sekolah.

LK-2.1

Jajaran Genjang Gaya

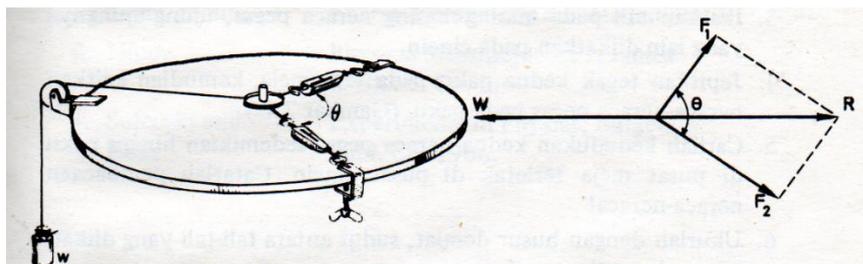
Tujuan

Menentukan resultan 2 gaya setitik tangkap yang membentuk sudut dengan jajaran genjang gaya

Alat dan Bahan

- Meja gaya yang bundar
- Cincin logam
- 2 paku yang dapat dijepitkan tegak di meja
- 3 penjepit
- Katrol
- 2 neraca pegas
- Busur derajat
- Tali
- Balok logam

Dasar Teori





Jika pada satu benda bekerja 2 gaya setitik tangkap, maka kedua gaya itu dapat diganti dengan sebuah gaya yang setara, disebut resultan gaya. Pada gambar dilukiskan gaya F_1 dan F_2 mempunyai resultan R .

$$R = F_1 + F_2 \text{ atau } R = (F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \theta)^{1/2}$$

Pada pusat meja gaya itu terdapat paku tegak yang merupakan titik tangkap gaya-gayanya.

Langkah Percobaan

- 1) Timbanglah balok logam dengan neraca pegas.
- 2) Jepitkan katrol pada meja, kemudian lewatkan tali pada katrol. Ujung tali yang satu diikatkan pada balok logam dan ujungnya yang lain pada cincin. Letakkan cincin mengelilingi paku yang dipusat meja.
- 3) Ikatkan tali pada masing-masing neraca pegas, ujung-ujungnya yang lain diikatkan pada cincin.
- 4) Jepitkan tegak kedua paku pada tepi meja, kemudian kaitkan neraca-neraca pegas pada paku.
- 5) Carilah kedudukan kedua neraca pegas sedemikian hingga paku di pusat meja terletak di pusat cincin. Catatlah pembacaan neraca-neraca!
- 6) Ukurlah dengan busur derajat, sudut antara tali-tali yang diikatkan pada masing-masing neraca pegas.
- 7) Ulangilah pelaksanaan percobaan 5 dan nomor 6 beberapa kali dengan kedudukan kedua neraca yang berbeda-beda.
- 8) Dengan lembaran data seperti di bawah ini hitunglah harga R rata-rata, kemudian bandingkan dengan berat w balok logam itu.

Tabel Pengamatan

W	F_1	F_2	θ	R
Jumlah rata-rata				

Pertanyaan

- 1) Pada percobaan ini gaya resultan R dari F_1 dan F_2 merupakan gaya pengimbang berat balok W . Dapatkah dianggap bahwa F_1 merupakan gaya pengimbang resultan dari W dan F_2 , dan F_2 merupakan gaya pengimbang resultan W dan F_1 ?
- 2) Mengapa paku di pusat meja harus dipusat cincin? Apakah akibatnya bila cincin menyentuh paku?
- 3) Dapatkah selalu diharapkan $W = R$ yang dihitung? Jelaskan!
- 4) Buatlah kesimpulan Anda!



LK-2.2 Yoyo Vektor

Tujuan

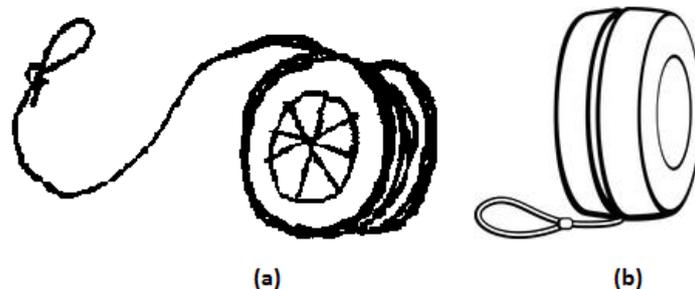
Menentukan operasi aljabar vektor untuk menganalisis gerakan benda berotasi

Alat dan Bahan

- 2 buah yoyo mainan

Dasar Teori

Momen gaya atau torsi merupakan besaran fisis yang menyebabkan sebuah benda dapat berputar. Momen gaya tersebut ditentukan oleh besar gaya yang bekerja dan lengan momen arah tegak lurus gaya.



Langkah Percobaan

- 1) Amati gerakan kedua yoyo jika tali ditarik ke arah kiri, tegak lurus terhadap jari-jari Yoyo, pada bidang kasar.
- 2) Deskripsikan gerakan putaran kedua yoyo tersebut terhadap bidang acuan tertentu.
- 3) Gambarkan vektor besaran fisis apa saja yang terdapat pada kedua yoyo ketika ditarik oleh tangan tangan Anda.
- 4) Bandingkan gambaran vektor pada kedua yoyo tersebut!
- 5) Tentukan, operasi aljabar vektor yang tepat mengacu kepada gerakan dari kedua yoyo tersebut!

Pertanyaan

Gunakan data hasil pengamatan dan konsep vektor untuk menjawab pertanyaan berikut ini.

- 1) Apakah pada gerakan kedua yoyo tersebut terdapat gaya gesekan?
- 2) Bagaimana arah percepatan dari kedua yoyo tersebut?
- 3) Apakah gaya gesekan selalu berlawanan dengan penyebab gerak bendanya?
- 4) Buatlah kesimpulan Anda!

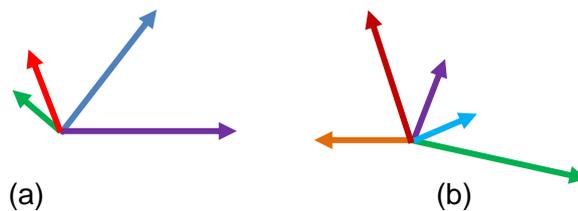


E. Latihan/Kasus/Tugas

a. Latihan Soal

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

1. Perhatikan gambar vektor-vektor di bawah ini!



Gambarkan resultan gayanya dengan menggunakan metoda polygon!

2. Sebuah sungai mengalir dari barat ke timur dengan kelajuan 3 m/s. Seorang anak berenang ke utara menyebrangi sungai dengan kelajuan 2 m/s relatif terhadap air. Berapakah resultan dan arah kecepatan anak relatif terhadap pinggir sungai?
3. Seorang pengirim paket mulai bergerak untuk mengirimkan pakatnya dengan berkendara sejauh 22 km arah utara ke kota berikutnya. Ia kemudian meneruskan dengan arah 60° ke selatan dari arah timur sepanjang 47 km ke kota lainnya. Berapa resultan dan arah perpindahannya dari ia mulai bergerak?
4. Sebuah perahu cepat (*speed boat*) mempunyai koordinat awal $(x_1, y_1) = (100 \text{ m}, 200 \text{ m})$. Dua menit kemudian, perahu itu mempunyai koordinat $(x_2, y_2) = (120 \text{ m}, 210 \text{ m})$. Berapa resultan dan arah kecepatan rata-ratanya untuk selang waktu 2 menit ini?
5. Sebuah mobil bergerak ke timur dengan kelajuan 60 km/jam. Mobil ini mengelilingi kurva, dan 5 detik kemudian mobil bergerak ke utara dengan kelajuan 60 km/jam. (a) Bagaimana menyatakan percepatan rata-rata secara vektor, (b) berapa resultan percepatan rata-rata mobil?

b. Tugas Pengembangan Soal

Pada tugas pengembangan soal ini Anda diminta untuk membuat soal UN/USBN berdasarkan kisi-kisi yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Soal yang dikembangkan disesuaikan dengan kurikulum yang



digunakan oleh sekolah Anda (Kurikulum 2006 atau Kurikulum 2013) dengan materi sesuai dengan materi yang dibahas pada Kegiatan Pembelajaran 2 ini.

Prosedur Kerja

1. Pelajari kembali bahan bacaan berupa Modul Pengembangan Instrumen Penilaian di Modul G Kelompok Kompetensi Pedagogik.
2. Pelajari kisi-kisi yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan seperti pada Lampiran 2 dan 3
3. Buatlah kisi-kisi soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari sesuai format berikut pada Lampiran 4. (Sesuaikan dengan kurikulum yang berlaku di sekolah anda).
4. Berdasarkan kisi-kisi di atas, buatlah soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari pada modul ini.
5. Kembangkan soal-soal level *Higher Order of Thinking skill's* HOTS
6. Bentuk soal yang dikembangkan berupa Pilihan Ganda (PG) dan essay, masing-masing 3 soal
7. Masing-masing soal dibuat dalam kartu soal seperti pada Lampiran 5 dan 6
8. Sebagai acuan pengembangan soal yang baik Anda dapat menelaah soal tersebut secara mandiri atau dengan teman sejawat dengan menggunakan instrumen telaah soal seperti terlampir pada Lampiran 7 dan 8.

F. Rangkuman

1. Vektor adalah besaran fisika yang mempunyai nilai dan arah sedangkan Skalar adalah besaran fisika yang hanya mempunyai nilai tetapi tidak mempunyai arah.
2. Perpindahan, kecepatan, percepatan dan gaya termasuk contoh besaran vektor karena besaran-besaran tersebut selain mempunyai nilai juga mempunyai arah.
3. Massa, jarak, waktu, luas, volume dan massa jenis, termasuk contoh besaran skalar karena besaran-besaran tersebut hanya mempunyai nilai saja.
4. Operasi vektor meliputi penjumlahan, selisih, perkalian silang, dan perkalian titik.
5. Menentukan jumlah dan selisih antara dua vektor atau lebih dapat dilakukan dengan cara grafis yang meliputi cara segitiga, cara jajaran genjang dan cara polygon, serta dengan cara matematika menggunakan rumus cosinus untuk penentuan besar resultan dan rumus sinus untuk penentuan arah resultan.



6. Sebuah vektor dapat diuraikan menjadi komponen-komponennya. Untuk penguraian vektor ini digunakan cara analisis dengan menggunakan sistem salib sumbu kartesian.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Materi yang Anda pelajari dalam kegiatan pembelajaran 2 ini merupakan konsep dasar/esensial yang terdapat dalam keseluruhan materi Vektor dan Skalar. Terdapat kajian lebih lanjut yang dapat Anda pelajari lebih dalam lagi. Untuk itu silakan mengeksplorasi referensi lain selain yang dituliskan dalam daftar pustaka.

Setelah menyelesaikan soal latihan, 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 85%, silahkan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 85%, sebaiknya Anda ulangi kembali mempelajari kegiatan Pembelajaran 2 dengan kerja keras, kreatif, disiplin dan kerja sama.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

GERAK BENDA



Gambar 3. Dua joki anak-anak usian 6 - 8 tahun mengikuti lomba balap pacuan kuda tadisional di Desa Penvaring, Kabupaten Sumbawa Besar, Nusa Tenggara

Gerak adalah suatu perubahan tempat kedudukan pada suatu benda dari satu tempat ke tempat lainnya. Sebuah benda dikatakan bergerak jika benda itu berpindah kedudukan terhadap sebuah acuan misalnya benda lain, baik perubahan kedudukan yang menjauhi maupun yang mendekati. Contoh gerak benda ini misalnya kuda di Provinsi NTB,

biasa kita kenal dengan kuda liar sering digunakan pada pertandingan pacuan kuda, yang menjadi budaya di daerah setempat. Kuda tersebut bergerak menjauhi titik acuan yaitu garis *start* dan juga menjauhi kuda lainnya untuk berpacu menuju garis *finish*. Gerak suatu benda sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti lintasan, bentuk benda, ukuran benda, permukaan benda dan lingkungan tempat benda bergerak seperti Gravitasi. Konsep gerak yang dibahas dalam modul ini dibatasi hanya pada gerak lurus dan gerak parabola sedangkan gerak melingkar pada modul C.

Materi Gerak Benda untuk siswa terdapat pada mata pelajaran fisika SMA. Pada Kurikulum 2013 disajikan di kelas X semester 1 dengan Kompetensi Dasar (KD) sebagai berikut, KD dari Kompetensi Inti 3 (KI 3) **Aspek Pengetahuan:** 3.3 *Menganalisis besaran-besaran fisis pada gerak lurus dengan kecepatan konstan dan gerak lurus dengan percepatan konstan.* KD dari KI 4 **Aspek Keterampilan:** 4.3 *Menyajikan data dan grafik hasil percobaan untuk menyelidiki sifat gerak benda yang bergerak lurus dengan kecepatan konstan dan gerak lurus dengan percepatan konstan.* Dengan demikian agar dapat mengajarkan materi gerak benda kepada siswa, guru disarankan memiliki kompetensi terkait materi materi tersebut. Kompetensi guru yang



akan dikembangkan melalui modul ini adalah: “20.1. Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori fisika, serta penerapannya secara fleksibel”, dengan sub kompetensi “Menjabarkan konsep dan teori gerak benda dengan dan tidak meninjau apa yang menyebabkan benda itu dapat bergerak” 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 mempelajari modul ini diharapkan Anda dapat:

1. Menjelaskan berbagai macam gerak pada gerak lurus dan gerak pada bidang datar.
2. Melakukan eksperimen terkait gerak benda.

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

Indikator ketercapaian yang diharapkan adalah Anda dapat:

1. Mendeskripsikan pengertian gerak
2. Membedakan pengertian gerak lurus beraturan dengan gerak lurus berubah beraturan
3. Menjabarkan persamaan gerak lurus beraturan dengan gerak lurus berubah beraturan
4. Mendeskripsikan gerak jatuh bebas
5. Menjabarkan persamaan gerak vertikal
6. Mendeskripsikan gerak parabola
7. Menjabarkan persamaan gerak parabola
8. Melakukan eksperimen gerak lurus, gerak jatuh bebas dan gerak parabola

C. Uraian Materi

1. Gerak Lurus

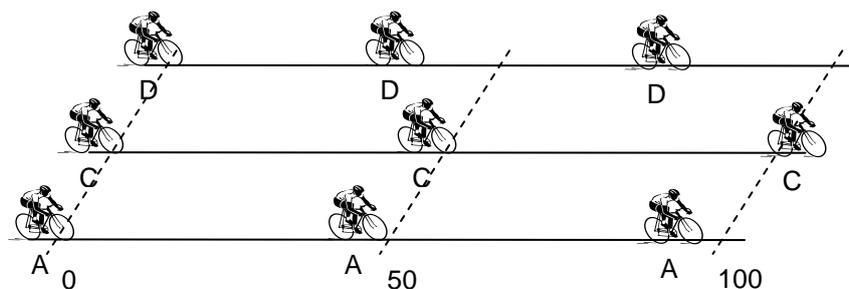
Pengertian gerak pada kehidupan sehari-hari sering kita dengar. Pada Fisika, gerak merupakan suatu konsep penting. Coba bandingkan konsep gerak pada Fisika dengan arti gerak pada kehidupan sehari-hari. Misalkan sebuah kereta api berangkat dari stasiun, para pengantar melihat bahwa kereta api makin lama makin jauh. Ia katakan bahwa kereta api itu bergerak. Bagi penumpang kesan



bergerak timbul karena ia melihat jarak stasiun makin jauh. Bagaimana dengan sesama penumpang, apakah ia bergerak? Jarak antar penumpang tetap, jadi kesan bergerak antara sesama penumpang tidak ada. Maka dikatakan bahwa kereta api tidak bergerak terhadap penumpang, tetapi kereta api bergerak terhadap pengamat yang berada di stasiun.

Masalah berikutnya adalah bagaimana Anda menentukan perubahan kedudukan benda yang bergerak? Masalah ini mungkin timbul pada si pengantar orang yang bepergian tadi. Terbayang di benaknya bagaimana rel kereta api bertolak, mulai lurus, berbelok ke kiri, kemudian lurus lagi, belok lagi dan seterusnya. Masalah ini sebenarnya menyangkut bentuk lintasan, ada lintasan lurus, lintasan melengkung atau berbelok tidak menentu. Untuk memudahkan peninjauan, mulailah dengan lintasan lurus. Gerakan benda dengan lintasan lurus dinamakan *gerak lurus*.

Pernahkah Anda melihat lomba balap sepeda? Bagaimana keadaan pembalap sepeda pada saat siap di garis *start* sampai di garis *finish*? Silahkan Anda amati gerak balap sepeda pada gambar di bawah ini!



Gambar 3.1. Posisi pembalap pada suatu balap sepeda

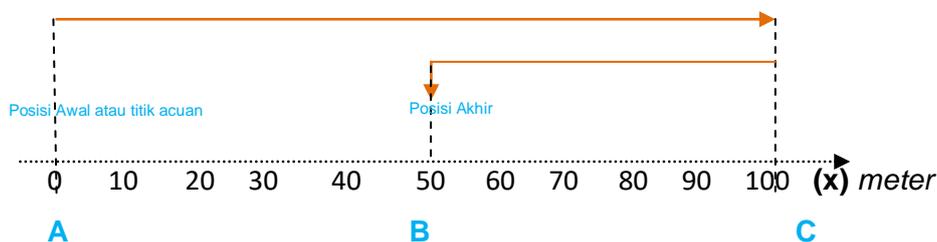
Sebelum aba-aba dibunyikan semua pembalap sepeda masih berada di garis *start*. Setelah aba-aba dibunyikan, secara bertahap pembalap sepeda menjauhi garis *start*. Pembalap sepeda akan terus bergerak menjauhi garis *start* sampai akhirnya mencapai garis *finish*.

Waktu yang diperlukan setiap pembalap sepeda hingga sampai ke garis akhir berbeda-beda. Hal tersebut bergantung pada kecepatan masing-masing pembalap sepeda. Jika kita perhatikan Gambar 3.1, pembalap sepeda B lebih dulu mencapai garis *finish*; sedangkan pembalap sepeda C paling akhir mencapai garis *finish*. Pada saat bergerak, pembalap sepeda B paling cepat, sedangkan pembalap sepeda C paling lambat baik dibandingkan dengan pembalap sepeda A maupun B.



Semua pembalap sepeda dikatakan bergerak karena terhadap posisi atau tempat kedudukan awal masing-masing pembalap sepeda selalu berubah, menjauhi garis *start* yang dianggap sebagai titik acuan. Selama bergerak tempat kedudukan atau posisi semua pembalap sepeda selalu berubah setiap saat terhadap garis start atau garis yang menjadi acuan. Setelah melewati garis *finish* pembalap sepeda berhenti atau diam. Pada saat diam tempat kedudukan atau posisinya tidak berubah terhadap garis *start*.

Berdasarkan pengamatan tersebut, dapat disimpulkan bahwa yang dimaksud dengan **gerak adalah perubahan posisi atau tempat kedudukan suatu benda terhadap suatu titik yang menjadi acuan**. Dengan kata lain, suatu benda dikatakan dalam keadaan bergerak apabila posisi atau tempat kedudukannya selalu berubah setiap saat terhadap suatu titik acuan. Perhatikan gambar di bawah ini!



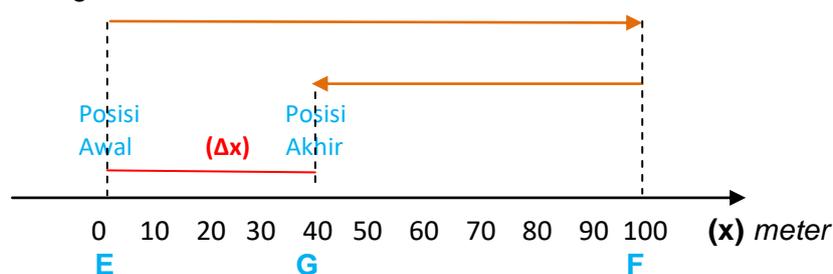
Gambar 3.2. Penentuan jarak benda dari titik acuan

Jika sepeda bergerak dari **A menuju C** kemudian kembali lagi dan berhenti di B, maka **jarak** yang ditempuh mobil tersebut pada saat menempuh lintasan ACB adalah sama dengan panjang lintasan AC + panjang lintasan CB, atau:

$$\begin{aligned} \text{Jarak (x)} &= \text{panjang lintasan ACB} \\ &= \text{panjang lintasan AC} + \text{panjang lintasan CB} \\ &= 100 \text{ m} + (100 \text{ m} - 50 \text{ m}) = 100 \text{ m} + 50 \text{ m} = 150 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan uraian tersebut dapat didefinisikan bahwa yang dimaksud dengan **jarak adalah panjang lintasan yang ditempuh suatu benda**.

Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar 3.3. Penentuan perpindahan benda dari titik acuan



Jika sepeda bergerak dari E menuju F kemudian bergerak kembali lagi sampai G, maka perpindahan mobil tersebut adalah perubahan posisi benda dihitung dari posisi awal, berarti:

$$\begin{aligned} \text{Perpindahan } (\Delta x) &= \text{perubahan posisi dari posisi awal} \\ &= \text{posisi akhir} - \text{posisi awal} \\ &= \text{posisi G} - \text{posisi E} \\ &= 40 \text{ m} - 0 \text{ m} \\ &= 40 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan uraian tersebut dapat didefinisikan bahwa yang dimaksud dengan **perpindahan adalah perubahan posisi atau tempat kedudukan benda dihitung dari posisi awalnya.**

Kita kembali pada contoh gerakan sepeda, mungkin timbul pertanyaan. Jam berapa sepeda itu sampai di tempat tujuan? Kedua pertanyaan itu sebenarnya menyangkut waktu dan jarak. Untuk menyelidiki hubungan antara jarak tempuh dengan waktu, dapat dilakukan percobaan sebagai berikut. Sebuah sepeda dikendarai dengan tenang sepanjang jalan lurus dan datar. Di jalan sudah diberi tanda yang menyatakan jarak tiap 10 m, misalkan untuk sepanjang 50 m, waktu yang diperlukan untuk tiap jarak 10 m dapat dicatat dengan *stopwatch*. Hasil pengamatan dapat dicantumkan pada tabel seperti di bawah ini:

Tabel 3.1. Contoh data jarak dan waktu dalam penentuan kelajuan

Jarak x (m)	Waktu t (s)	$\frac{\text{Jarak}}{\text{waktu}}$
0 (acuan)	0	-
10	2,33	4,30
20	5,99	3,34
30	6,96	4,31
40	10,61	3,37
50	11,60	4,31

Berdasarkan pada tabel pengamatan gerak sepeda di atas, hasil bagi jarak dengan waktu ternyata setelah dirata-ratakan mempunyai harga 4,00. **Jarak yang ditempuh suatu benda tiap satuan waktu** disebut **laju**, disimbolkan "v". Jadi sepeda tadi bergerak dengan laju rata-rata sebesar 4,00 ms⁻¹. Hubungannya:

$$\text{Kelajuan } (v) = \frac{\text{Jarak } (x)}{\text{Waktu}}$$



Melalui analisa dimensional Anda dapat menetapkan bahwa v mempunyai satuan ms^{-1} .

Konsep laju tidak dapat menjelaskan masalah gerak secara lengkap, karena laju belum menunjukkan arah gerak. Laju hanya menyatakan jarak yang ditempuh tiap detik, tidak menunjukkan arah perpindahan. Misalkan speedometer pada kendaraan menunjukkan angka 60, berarti laju kendaraan tersebut 60 km/jam. Pernyataan ini tidak menunjukkan arah gerak. Kalau pernyataan itu menunjukkan juga arah gerak maka dinamakan kecepatan. Perhatikan contoh gerak sepeda pada tabel berikut!

Tabel 3.2. Contoh data jarak dan waktu dalam penentuan kecepatan

Jarak x (m)	Waktu t (s)	Kelajuan	Perpindahan (Δx) (m) dari acuan	Selang waktu (Δt) (s)	Kecepatan
0 (acuan)	0 (acuan)	-		-	-
10	2,33	4,30	10	2,33	4,30
20	5,99	3,34	20	5,99	3,34
30	6,96	4,31	30	6,96	4,31
40	10,61	3,37	40	10,61	3,37
50	11,60	4,31	50	11,60	4,31

Kecepatan adalah perpindahan yang ditempuh suatu benda tiap selang waktu.

Jadi kalau gerak dengan kecepatan tetap, berarti kelajuan dan arahnya tetap.

Hubungannya:

$$\text{Kecepatan } (\bar{v}) = \frac{\text{Perpindahan } (\Delta x)}{\text{Selang Waktu}}$$

Melalui analisa dimensional kita dapat menetapkan bahwa \bar{v} mempunyai satuan ms^{-1} .

Contoh:

- 1) Sebuah benda berada di titik A dengan kedudukan 5 m sebelah kiri 0, kemudian bergerak sampai B berkedudukan 2 m sebelah kiri 0. Berapa kecepatan benda tersebut kalau waktu yang diperlukan 2 detik.

Penyelesaian:

$$x_1 = -5 \text{ m, } x_2 = -2 \text{ m, dan } t = 2 \text{ s.}$$

A	B	
5	2	0

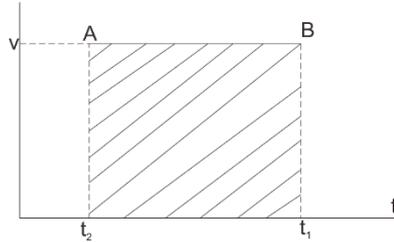
$$v = \frac{x_2 - x_1}{t} = \frac{-2 - (-5)}{2} = \frac{3}{2}$$

Jadi $v = 1,5 \text{ m.s}^{-1}$, artinya tanda v tidak ditentukan oleh tanda kedudukan benda, tetapi ditentukan oleh arah gerakan.



- 2) Sebuah benda bergerak dari A ke B dengan kecepatan tetap sebesar $v \text{ m.s}^{-1}$. Lukiskanlah gerakan itu pada diagram $v - t$.

Penyelesaian:



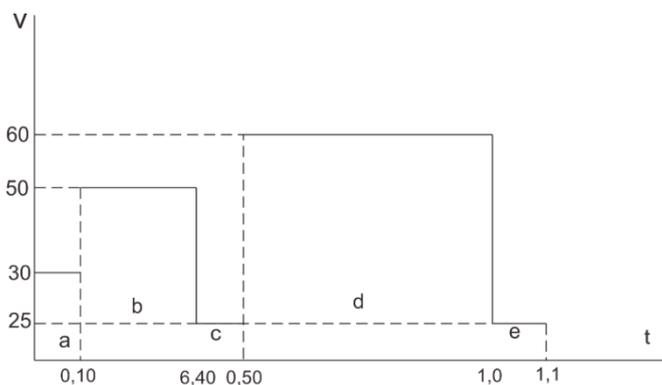
Pada grafik di atas terdapat bidang Abt_2t_1 . Luas bidang itu sama dengan $v(t_2 - t_1)$, berarti sama dengan perpindahan Δx . Jadi luas bidang yang dibatasi oleh grafik v dengan sumbu t menyatakan besaran perpindahan.

- 3) Hasil pengamatan gerakan sebuah benda diperlihatkan pada tabel di bawah ini. Berbagai kecepatan untuk selang waktu tertentu dapat diamati. Lengkapilah tabel tersebut dengan membubuhkan nilai perpindahan pada kolom yang bersangkutan. Buat pula grafik v pada diagram $v - t$.

Penyelesaian

SELANG WAKTU (detik)	KECEPATAN (m s^{-1})	PERPINDAHAN (m)
a. 0,10	30	3
b. 0,30	50	15
c. 0,10	25	2,5
d. 0,50	60	30
e. 0,10	25	2,5
Jumlah		53

Berbagai kecepatan untuk selang waktu tertentu dapat diamati pada diagram $v - t$.



$$\text{Luas a} = 30 \times 0,10 = 3$$

$$\text{Luas b} = 50 \times 0,30 = 15$$

$$\text{Luas c} = 25 \times 0,10 = 2,5$$

$$\text{Luas d} = 60 \times 0,50 = 30$$

$$\text{Luas e} = 25 \times 0,10 = 2,5$$



Jika besar perpindahan untuk tiap selang waktu masing-masing kemudian dijumlahkan, maka hasilnya sesuai dengan luas bidang yang dibatasi grafik dengan sumbu t . Misalkan seluruh perpindahan itu Δx , dan selang waktunya Δt , maka ada hubungan yang dinamakan **kecepatan rata-rata, yaitu perbandingan perpindahan benda dengan selang waktu yang digunakan selama melakukan perpindahan tersebut.**

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_B - x_A}{t_B - t_A}$$

Dari contoh di atas ternyata $x = 53$ m dalam selang 1,1 sekon. Jadi kecepatan rata-rata:

$$\bar{v} = \frac{53}{1,1} = 48,2 \text{ m s}^{-1}$$

Memang besar perpindahan sehari-hari sering kita jumpai gerakan yang kecepatannya senantiasa berubah dari waktu ke waktu. Sebuah mobil yang bergerak kecepatannya senantiasa diatur, mula-mula lambat kemudian cepat dan mungkin kadang-kadang perlu diperlambat. Jadi yang dibicarakan sehari-hari merupakan kecepatan rata-rata. Misalkan jarak antar kota 60 km ditempuh dalam waktu 1,5 jam dengan menggunakan sebuah mobil. Dari data ini kita dapat menentukan kecepatan di bawah rata-rata mobil ialah 60 km/1,5 jam atau 40 km/jam. Artinya mobil mungkin dibawah kecepatan 40 km/jam dan pada saat lain bergerak dengan kecepatan melebihi 40 km/jam.

Bagaimana kalau satuannya dinyatakan $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$? Anda dapat mengubah km menjadi m dan jam menjadi sekon atau detik. Dengan demikian kecepatan rata-ratanya menjadi $40 \cdot 10^3 / 60 \cdot 60 \text{ m s}^{-1}$ atau 11 m s^{-1} .

Kita perhatikan kembali gerakan benda di sekitar kita. Misalkan seorang membawa cangkir pada nampan, bergerak dari dapur ke ruang tamu. Cangkir dan nampan kedudukannya berubah terhadap titik acuan di dapur. Tetapi cangkir kedudukannya tidak berubah terhadap nampan. Dari contoh diatas dapat disimpulkan bahwa cangkir dan nampan bergerak terhadap pengamta di dapur (titik acuan). Tetapi cangkir tidak



bergerak terhadap titik acuan yang berada di nampan. Dengan demikian jelaslah bahwa pengertian gerak merupakan besaran relatif.

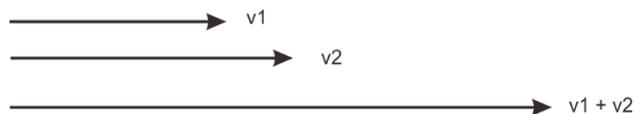
Untuk lebih memahami permasalahan mengenai gerak, kita kembali ke pengertian kecepatan. Kecepatan merupakan besaran vektor, ditentukan oleh nilai dan arah. Untuk lebih jelasnya, sebuah vektor digambar sebagai anak panah. Panjang anak panah menunjukkan nilai vektor dan arah anak panah menunjukkan arah vektor.

Dengan cara ini kita dapat memahami gerakan benda. Pada Gambar 3.4 berikut dilukiskan sebuah benda bergerak sepanjang sumbu x dengan kecepatan $\vec{v} = 5 \text{ m/s}$.



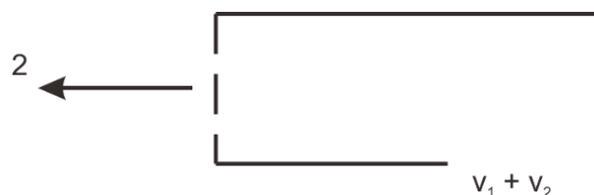
Gambar 3.4. Sebuah Vektor kecepatan

Dengan gambar vektor kita dengan mudah memahami cara penjumlahan atau pengurangan vektor seperti dilukiskan di bawah ini. Misalkan vektor v_1 dan v_2 searah akan dijumlahkan.



Gambar 3.5. Menjumlah beberapa vektor kecepatan

Jadi jumlah dua vektor searah diperoleh dengan cara menyambungkan kedua panahnya. Bagaimana kalau arahnya berlawanan? Vektor v_1 arahnya ke kanan, vektor v_2 arahnya ke kiri. Berapa besar $v_1 + v_2$? Perhatikan Gambar 3.6 berikut.



Gambar 3.6. Pengurangan vektor

Jumlah kedua vektor ini diperoleh dengan cara memotong anak panah v_1 dengan v_2 .

Bagaimana cara mengurangi dua vektor v_1 dengan v_2 ?



Gambar 3.7. Dua vektor kecepatan searah

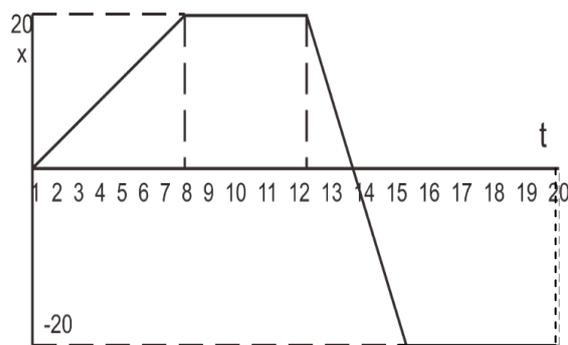


Bentuk $v_1 - v_2$ dapat diubah menjadi $v_1 + (-v_2)$. Vektor $-v_2$ menyatakan vektor berlawanan arah dengan v_2 . Jadi gambarnya menjadi:



Gambar 3.8 Pengurangan dua vektor kecepatan

Untuk lebih memahami uraian di atas, perhatikan kasus berikut. Hubungan antara kedudukan benda bergerak (x) dengan waktu (t) dapat dilukiskan pada diagram (x - t), besar x digambarkan pada sumbu tegak dan waktu digambarkan pada sumbu datar. Misalkan kita mempunyai data seperti dilukiskan grafik di samping.



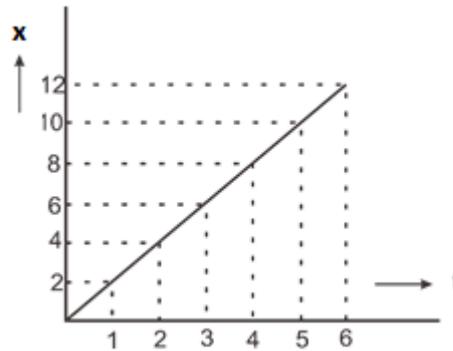
- (a). Bagaimana gerakan benda tersebut? (b). Berapa kecepatan rata-ratanya? dan (c). Berapa laju rata-ratanya?

Untuk dapat menyelesaikan kasus ini perhatikan petunjuk berikut!

- Dari bentuk grafik Anda dapat melihat perbedaan gerakan. Pada 5 detik pertama kedudukan benda (x) bertambah secara teratur, dari kedudukan 0 sampai 20 m. Jadi Anda dapat menghitung kecepatan benda, akan didapat $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Lima detik berikutnya, ialah dari 5 sampai 10 detik, kedudukan benda tetap sebesar 20 m. Apa artinya? bukankah benda tersebut diam, dan kecepataannya nol. Lakukan analisa untuk detik-detik berikutnya sampai 20 detik sesuai dengan yang ditunjukkan grafik.
- Dimanakah kedudukan akhir benda, setelah 20 detik. Ternyata dikedudukan -20 m, yang berarti perpindahan $\Delta x = -20 \text{ m}$. Maka kecepatan rata-rata dapat dihitung dengan rumus $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, dan akan diperoleh $-1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- Meskipun perpindahan -20 m, jarak yang ditempuh belum tentu sama. Lima detik pertama ditempuh jarak 20 m, dan dari detik ke 10 sampai ke 15 ditempuh jarak $20 + 20 = 40 \text{ m}$. Pada saat-saat lainnya benda dalam keadaan diam. Jadi jarak keseluruhan yang ditempuh selama 20 detik adalah $20 + 40 = 60 \text{ m}$. Dengan demikian Anda dapat menghitung laju rata-rata dan diperoleh $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.



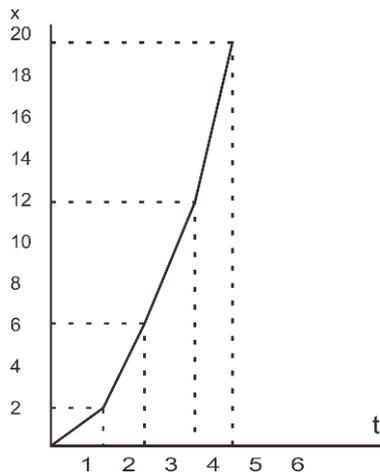
Kembali pada cara menentukan kedudukan benda yang sedang bergerak. Besar kedudukan tiap saat ditentukan oleh besarnya x yang dapat digambarkan pada salah satu sumbu, misalkan sumbu tegak. Sedangkan perubahan waktu diterapkan pada sumbu mendatar. Sistem salib sumbu ini kita namakan diagram $(x-t)$.



Gambar 3.9. Diagram $(x-t)$ GLB

Kedudukan benda sesaat ditentukan oleh satu titik yang menunjukkan saat tertentu (t) dengan kedudukan tertentu (x). Untuk lebih jelasnya, perhatikan contoh berikut.

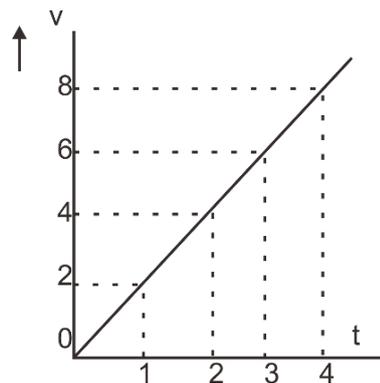
Pada Gambar 3.9 ditunjukkan bahwa pada saat awal ($t = 0$), besar kedudukan $x = 0$. Setelah satu detik kedudukannya 2 m. Seterusnya, untuk detik-detik berikutnya kedudukan menjadi 4 m, 6 m, 8 m, 10 m, dan seterusnya. Dari data di atas jelaslah bahwa perpindahan benda sebesar 2 m tiap detik. Apa yang dapat Anda simpulkan? tentu saja Anda dapat menyimpulkan bahwa kecepatan benda 2 m/s dan besarnya tetap. Jadi **benda itu bergerak lurus beraturan (GLB)**. Kemudian bandingkan dengan grafik berikut. Apa kesimpulan Anda?



Perpindahan	Waktu
$2 - 0 = 2$ m	1 detik pertama
$6 - 2 = 4$ m	1 detik kedua
$12 - 6 = 6$ m	1 detik ketiga
$20 - 12 = 8$ m	1 detik keempat

Gambar 3.10. Diagram $(x-t)$ GLBB

Tentu Anda dapat menyimpulkan bahwa tiap detik kecepatannya berubah dari 0, 2 m/s, 4 m/s, 6 m/s, 8 m/s, dan seterusnya. Data tersebut dapat dipindahkan pada diagram $(v-t)$, sumbu tegak menggambarkan perubahan kecepatan dan sumbu datar menyatakan perubahan waktu, kemudian lihat tabel di sampingnya.

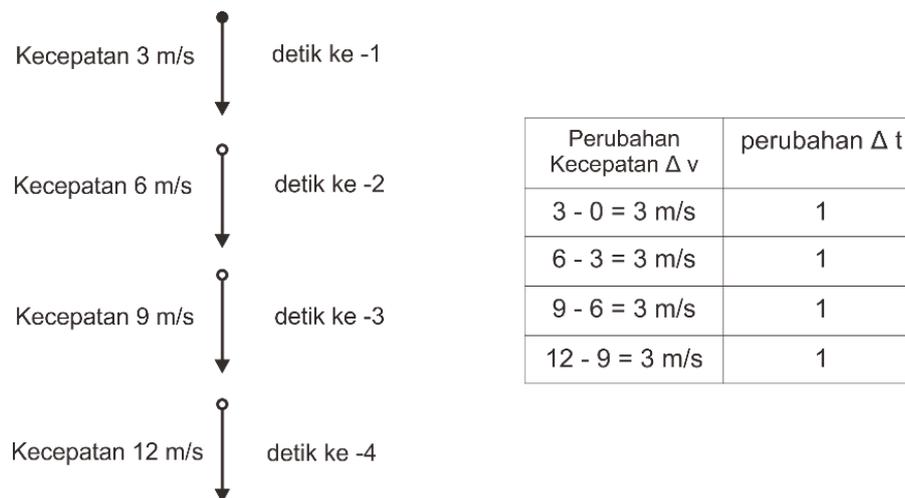


Perubahan	Perubahan
$2 - 0 = 2 \text{ m}$	1 detik pertama
$4 - 2 = 2 \text{ m}$	1 detik kedua
$6 - 4 = 2 \text{ m}$	1 detik ketiga
$8 - 6 = 2 \text{ m}$	1 detik

Gambar 3.11. Diagram (v – t)

Tentu Anda dapat menyimpulkan bahwa selama gerakan kecepatan benda bertambah 2 m/s tiap sekond. Bilangan ini dinamakan **percepatan** diberi simbol **a**. Jadi pada contoh di atas, percepatan benda sebesar 2 m.s^{-2} . Benda bergerak dengan kecepatan berubah secara teratur, kecepatan berubah tiap detik dengan bilangan yang sama. Karena itu, gerakan benda demikian disebut **gerak lurus berubah beraturan (GLBB)**.

Perhatikan kejadian pada kehidupan sehari-hari. Seorang naik sepeda pada jalan menurun tanpa direm. Apa yang akan terjadi? Tentu sepeda itu akan meluncur, makin lama makin cepat. Jadi gerakannya merupakan gerak lurus berubah beraturan. Perhatikan hasil pengamatan berikut.



Gambar 3.12. Gerak jatuh bebas

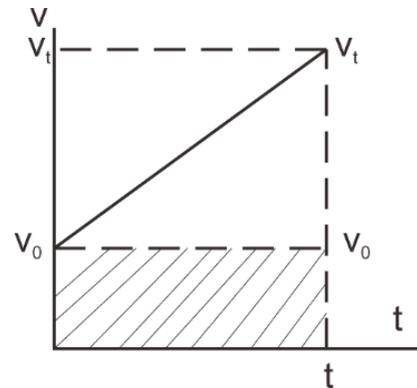
Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa **Percepatan**: $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
Secara umum dapat ditulis: $a = \frac{v_t - v_0}{t}$, $at = v_t - v_0$, dan $v_t = v_0 + at$

Hubungan terakhir ini merupakan bentuk persamaan umum untuk gerak lurus berubah beraturan.



Untuk gerak lurus beraturan, perpindahan dapat dicari dengan menggunakan hubungan: $x = v t$. Tentu saja hubungan ini tidak dapat digunakan karena dalam hal ini besar v selalu berubah. Bagaimana bentuk hubungan sebenarnya?

Perhatikan Gambar 3.13. Gerakan dimulai dengan kecepatan awal v_0 dan setelah t detik kecepatannya menjadi v_t . Grafik membentuk segmen luas berbentuk trapesium. Pada uraian terdahulu telah disimpulkan bahwa luas daerah ini akan menentukan besar perpindahan x . Trapesium dapat dibagi dua, bentuk empat persegi panjang dan segi tiga.



Gambar 3.13. Penentuan percepatan pada luasan di bawah diagram (v-t)

Panjang empat persegi panjang dinyatakan dengan waktu t dan lebar menyatakan kecepatan awal v_0 . Luasnya menjadi $v_0 t$, sedangkan untuk segi tiga, panjang alas t dan tingginya $v_t - v_0$.

$$\begin{aligned} \text{Luas segitiga} &= \frac{1}{2} t (v_t - v_0) \\ &= \frac{1}{2} t (v_0 + a t - v_0) \\ &= \frac{1}{2} a t^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{maka: } \text{luas trapesium menjadi} &= \text{luas segitiga} + \text{luas empat persegi panjang} \\ &= \frac{1}{2} a t + v_0 t \end{aligned}$$

besaran tersebut sama dengan perpindahan (x). Dengan demikian diperoleh hubungan umum:

$$x = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t$$

Contoh:

- 1) Sebuah benda mula-mula diam kemudian bergerak dengan percepatan 2 m/s. Tentukan besar perpindahan dan kecepatannya pada saat t sama dengan 5 detik.

Penyelesaian:

Dari soal ini dapat dinyatakan bahwa $a = 2 \text{ m/s}^2$. Karena itu berlaku hubungan:

Perpindahan $x = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t$, dan dalam soal ini $v_0 = 0$

maka $x = \frac{1}{2} a t^2$.

untuk $t = 5$ sekon dapat dihitung

$$X = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 5^2 = 25 \text{ m}$$

untuk kecepatan berlaku hubungan:

$$\begin{aligned} v_t &= a t + v_0 \\ &= 2 \cdot 5 + 0 = 10 \text{ m/s.} \end{aligned}$$



Tentu saja Anda dapat menghitung besar v untuk waktu t yang lebih besar. Hasil perhitungan akan menunjukkan bahwa makin lama, kecepatan benda makin besar, jadi gerakannya dipercepat.

- 2) Sebuah benda bergerak lurus berubah beraturan dengan percepatan -2 m/s^2 kalau kecepatan awal 10 m/s , berapakah kecepatannya pada saat 2 detik, 3 detik, 5 detik, dan 6 detik?

Penyelesaian:

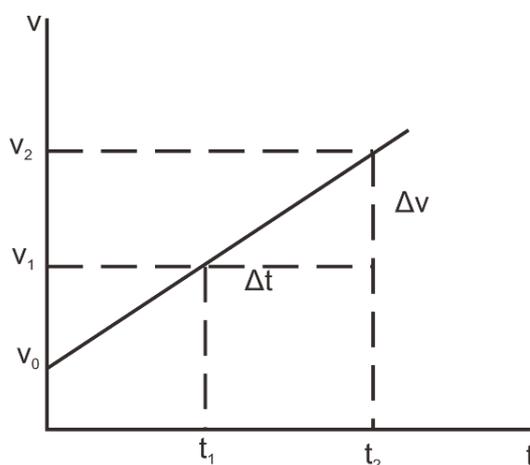
Kita gunakan lagi hubungan: $v_t = at + v_0$

$$= -2t + 10$$

- Pada saat 2 detik, $v = -2 \cdot 2 + 10 = 6 \text{ m/s}$
- Pada saat 3 detik, $v = -2 \cdot 3 + 10 = 4 \text{ m/s}$
- Pada saat 5 detik, $v = -2 \cdot 5 + 10 = 0 \text{ m/s}$
- Pada saat 6 detik, $v = -2 \cdot 6 + 10 = -2 \text{ m/s}$

Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa dengan harga percepatan bertanda negatif, besar kecepatan makin lama makin kecil sehingga pada suatu saat menjadi nol. Setelah itu kecepatan menjadi berbalik, berlawanan arah dengan gerakan semula. Dari kenyataan ini jelas pula bahwa kecepatan dan percepatan merupakan besaran vektor.

Sebagai kesimpulan umum dapat dinyatakan bahwa percepatan merupakan faktor perubah kecepatan. Gerakannya dapat dipercepat atau diperlambat tergantung pada arah percepatannya.



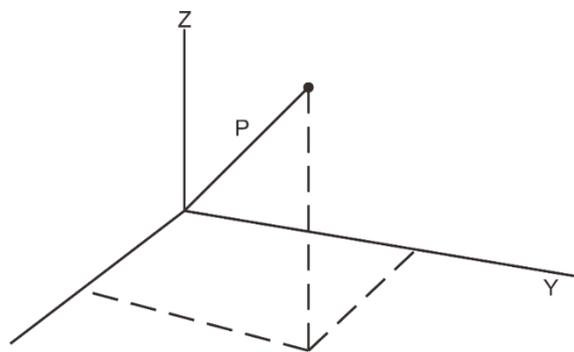
Gambar 3.14. Penentuan percepatan pada diagram $(v - t)$.

Besar kecilnya percepatan dapat dilihat juga dari grafik pada diagram $(v-t)$. Pada grafik dilukiskan hubungan antara kecepatan dan waktu. Kecepatan awal sama dengan v_0 . Pada saat t_1 kecepatannya v_1 , dan pada saat t_2 kecepatannya v_2 . Perubahan kecepatan $\Delta v = v_2 - v_1$ terjadi selama interval waktu $\Delta t = t_2 - t_1$. Besar v dan t dapat diukur pada grafik dan angka perbandingan $v/\Delta t$ dapat ditentukan. Angka perbandingan ini menyatakan besar percepatan a .



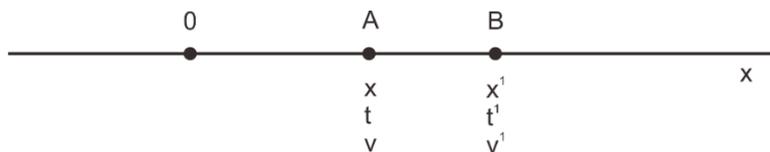
Pada kinematika, Anda mempelajari gerak suatu partikel dengan tidak meninjau apa yang menyebabkan partikel itu dapat bergerak. Pada gerakan yang diamati merupakan bentuk lintasan yang ditulis dalam bentuk persamaan matematika, kecepatan gerakan dan perubahan kecepatan setiap detiknya yang sering dinamakan percepatan gerak. Ketiga komponen itu saling berkaitan satu sama lain, disertai dengan unsur keempat yaitu unsur waktu. Besaran-besaran tersebut mempunyai dimensi dan satuan tertentu. Akhir – akhir ini satuannya sering dinyatakan dalam satuan *Sistem Internasional* (SI).

Untuk menjelaskan gerakan suatu partikel atau benda berbentuk titik, diperlukan apa yang disebut *kerangka acuan*. Kerangka acuan yang sering digunakan antara lain kerangka atau koordinat sumbu Cartesian. Sesekali Anda dapat menggunakan koordinat kutub atau polar.



Gambar 3.15. Koordiant Cartesian sebuah titik p

Untuk mudahnya Andaikan sebutir partikel bergerak sepanjang sumbu x. Perhatikanlah Gambar berikut 3.16. Posisi partikel setiap waktu dinyatakan berapa jauh dari titik 0 atau acuan O.



Gambar 3.16. Posisi partikel dinyatakan dari titik acuan 0 pada sumbu X

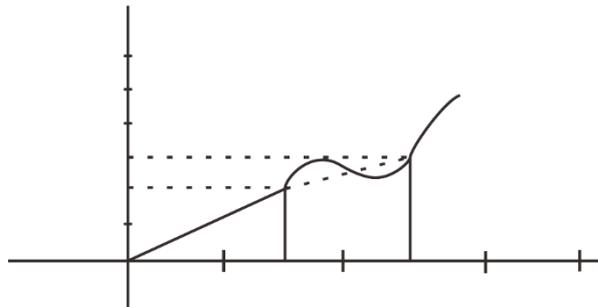
Posisi partikel dinyatakan sebagai pergeseran disumbu x sebagai fungsi waktu dengan hubungan $x = f(t)$. Tentu saja x belum bertanda posisi, atau boleh juga bertanda negatif. Misalkan pada waktu t partikel berada di titik A, dengan $OA = x$. Pada waktu t partikel itu sudah berada ti titik B, dengan $OB = x$. Partikel bergerak dari titik A ke titik B dengan



pergeseran $OB - OA = \Delta x$ dalam selang waktu $t' - t = \Delta t$. Perbandingan antara pergeseran dengan selang waktu yang digunakan disebut **kecepatan rata – rata** \bar{v} .

$$\bar{v} = \frac{x' - x}{t' - t} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad (3.1)$$

Dimensi dari kecepatan adalah dimensi panjang dibagi waktu yaitu meter perdetik (m/s). Definisi dari kecepatan rata – rata ini identik dengan definisi *slope* dari x sebagai fungsi dari t pada matematika. Sebagai ilustrasi perhatikan Gambar 3.17 berikut.



Gambar 3.17. Kecepatan rata – rata suatu partikel sebagai slope dari x fungsi t .

Pada Gambar 3.17 dilihat bahwa $\Delta x/\Delta t = 10/2 = 5$ m/s, merupakan kecepatan rata-rata pada selang waktu detik ke-2 dengan detik ke-4. Untuk menentukan kecepatan sesaat dititik A ataupun di titik B, kita mestilah menentukan selang waktu Δt sekecil mungkin, sehingga tidak terjadi perubahan kondisi gerakan yang terjadi pada selang waktu yang sangat pendek tersebut. Dalam bahasa matematika dikatakan harga limit dari perbandingan Δx dengan Δt apabila Δt menuju ke nol.

$$v = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \quad = \quad \bar{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Ini tidak lain dari turunan pergeseran (**perpindahan**) x terhadap waktu t atau derivatif x terhadap t .

$$v = \frac{dx}{dt} \quad (3.2)$$

Secara operansional, kecepatan suatu benda dapat ditentukan dengan mengukur selang waktu Δt pada dua titik yang sangat berdekatan di lintasan yang dilalui benda tersebut.

Jika diketahui bawah $v = f(t)$, maka Anda dapat menentukan posisi x artikel dengan mengintegalkan persamaan (3.2) setelah dituliskan menjadi $dx = v dt$

$$\int_{x_0}^x dx = \int_{t_0}^t v dt$$



Dimana x_0 adalah harga x ketika waktunya t_0 . Dengan demikian $x - x_0 = \int_{t_0}^t v dt$ atau $x = x_0 + \int_{t_0}^t v dt$. (3.3)

Untuk jelasnya marilah lihat contoh berikut ini.

- 1) Andaikan sebutir partikel bergerak sepanjang sumbu x mengikuti persamaan $x = 3t^2 + 2t - 1$, dimana x dalam meter dan t dalam detik. Tentukan (a) kecepatan rata-rata dalam selang waktu 2 detik dan 4 detik, (b) kecepatan sewaktu t sama dengan 3 detik.

Penyelesaian:

- (a) Anda cari dahulu harga x untuk masing-masing waktu 2 dan 4 detik, yaitu:

$$x_0 = 3.2^2 + 2.2 - 1 = 15 \text{ m, dan } x = 3.4^2 + 2.4 - 1 = 55 \text{ m}$$

sehingga $\Delta x = x - x_0 = 55 - 15 = 40 \text{ m}$ dan $\Delta t = t - t_0 = 2 \text{ detik}$.

dengan demikian kecepatan rata-rata:

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{40 \text{ m}}{2 \text{ det}} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- (b) Untuk mencari kecepatan sesaat, persamaan lintasan dideferensiasikan terhadap waktu t , diperoleh:

$$\bar{v} = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}(3t^2 + 2t - 1) = 6t + 2$$

dengan memasukan harga $t = 3$ detik, kita peroleh besar kecepatan:

$$v = (6.3) + 2 = 20 \text{ m/s.}$$

- 2) Andaikan bahwa kecepatan suatu partikel pada posisi x_0 adalah $v = ct^2 - 2$. Carilah persamaan lintasan x sebagai fungsi waktu. Kemudian carilah posisi partikel apabila $c = 6 \text{ m/s}^3$, $x_0 = -50 \text{ m}$ dan $t = 6$ detik.

Penyelesaian:

Posisi x dapat kita cari dengan menggunakan persamaan (3.3).

$$\begin{aligned} x &= x_0 + \int_{t_0}^t v dt = x_0 + \int_{t_0}^t (ct^2 - 2) dt \\ &= x_0 + \left(\frac{c}{3} t^3 - 2t \right) \Big|_{t_0}^t \end{aligned}$$

untuk $t_0 = 0$ dan $t = 6 \text{ s}$ serta $c = 6 \text{ m/s}^2$ dan $x_0 = -50 \text{ m}$, ditemukan posisi partikel.

$$x = -50 + \left(\frac{6}{3} \cdot 6^3 - 2 \cdot 6 \right) = 370 \text{ m.}$$



Apabila kecepatan partikel yang bergerak selalu tetap, maka $\int v dt$ dapat ditulis menjadi:

$$v_0 t + \text{konstanta.}$$

Konstanta ini tergantung kepada kondisi awal. Dengan demikian persamaan dapat ditulis menjadi:

$$x = x_0 + v_0 t \quad (3.4)$$

jika kecepatan partikel itu selalu tetap, maka gerakan ini dinamakan *uniform*. Lihat kembali gambar 3.17. apabila kecepatan partikel di A disebut v dan kecepatan di B adalah v' , maka percepatan rata-rata antara posisi A dengan B.

$$\bar{a} = \frac{v' - v}{t' - t} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (3.5)$$

Apabila selang waktu atau interval waktu Δt sangat kecil sehinggal mendekatai nol, maka limit dari kecepatan rata-rata dinakan **percepatan sesaat** atau disebut **percepatan** saja,

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

atau:

$$\bar{a} = \frac{dv}{dt} \quad (3.6)$$

Jadi didapatkan percepatan sebagai turunan kecepatan terhadap waktu. Karena kecepatan v merupakan turunan dari pergeseran x terhadap waktu, maka percepatan a merupakan turunan kedua x terhadap waktu t .

$$\bar{a} = \frac{d^2 x}{dt^2} \quad (3.7)$$

Untuk jelasnya marilah lihat contoh berikut ini.

- 1) Jika $x = ct^3$, dimana c merupakan konstanta, carilah kecepatan dan percepatan gerak.

Penyelesaian:

Kecepatan dapat ditentukan berdasarkan persamaan (3.2), yaitu:

$$\bar{v} = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt} ct^3 = 3ct^2$$

Sedangkan percepatan didapatkan berdasarkan persamaan (3.6), yaitu

$$\bar{a} = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt} 3ct^2 = 6t$$

- 2) Andaikan suatu benda bergerak dengan persamaan $x = 2t^3 + 3t^2 - 1$, x dalam meter dan t dalam detik, tentukan:



- (a) Persamaan kecepatan dan persamaan percepatan,
(b) Posisi, kecepatan dan percepatan pada $t = 5$, dan
(c) Kecepatan rata-rata serta percepatan rata-rata antar $t = 3$ detik dan 6 detik.

Penyelesaian:

- (a) Dengan mudah dicari berdasarkan persamaan (3.2) dan persamaan (3.6), dapat dituliskan:

$$\bar{v} = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}(2t^3 + 3t^2 - 1) = (6t^2 + 6t) \text{ m/s}$$

$$\bar{a} = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt}(6t^2 + 6t) = (12t + 6) \text{ m/s}^2$$

- (b) Didapatkan dengan menggantikan $t = 5$ pada hasil di atas,

$$x = 2.5^3 + 3.5^2 - 1 = 324 \text{ m}$$

$$v = 6.5^2 + 6.5 = 180 \text{ m/s}^2$$

$$a = 12.5 + 6 = 66 \text{ m/s}^2$$

- (c) Diperoleh sebagai berikut :

untuk $t = 3$ detik,

$$x = 2.3^3 + 3.3^2 - 1 = 80 \text{ m}$$

$$v = 6.3^2 + 6.3 = 72 \text{ m/s}$$

untuk $t = 6$ detik

$$x = 2.6^3 + 3.6^2 - 1 = 539 \text{ m}$$

$$v = 6.6^2 + 6.6 = 252 \text{ m/s}$$

$$\text{jadi kecepatan rata-rata } v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{539-80}{6-3} = 153 \text{ m/s}$$

$$\text{percepatan rata-rata } a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{252-72}{6-3} = 60 \text{ m/s}^2$$

Marilah kita lihat hal berikut ini. Suatu objek dengan percepatan tetap disebut gerakan dengan percepatan *uniform*. Misalnya suatu benda jatuh bebas mempunyai percepatan yang selalu tetap, gerakan dengan percepatan yang tetap, menunjukkan bahwa hubungan kecepatan dengan waktu selalu tetap, grafiknya adalah linear.

Dari persamaan (3.6) dapat dilihat $dv = a dt$. Apabila kita integralkan, akan didapat.

$$\int_{v_0}^v dv = \int_{t_0}^t a dt$$

atau

$$v - v_0 = a(t - t_0) \quad (3.8)$$

sehingga

$$v = v_0 + at; \quad \text{selama } t_0 = 0, \text{ dan percepatan } a \text{ tetap.}$$



Untuk mendapatkan hubungan pergeseran x dengan waktu t , diperoleh dari persamaan (3.3) setelah menggantikan v dengan $v_0 + at$

$$x = x_0 + \int_{t_0}^t (v_0 + at) dt$$

$$x = x_0 + v_0 t + 1/2 a t^2 \quad (3.9)$$

Dalam hal ini x_0 dan v_0 adalah kondisi awal persamaan dari gerak partikel sepanjang sumbu x . Persamaan (3.8) dan persamaan (3.9) sering dinamakan persamaan gerak lurus berubah beraturan (**GLBB**). Perlu Anda ketahui bahwa baik x , v dan a dapat bertanda posisi atau negatif karena semuanya merupakan vektor, untuk jelasnya lihatlah contoh berikut ini.

- 1) Sebuah kendaraan bergerak sepanjang sumbu X dengan percepatan *uniform* $a = 10 \text{ m/s}^2$. Pada $t = 0$ kendaraan berada di $x = -8 \text{ m}$ dengan kecepatan $v = 3 \text{ m/s}$. Carilah posisi kendaraan itu setelah $t = 3 \text{ s}$ dan kecepatan setelah $t = 5 \text{ s}$.

Penyelesaian:

Karena selama gerakan kendaraan itu mempunyai percepatan tetap, maka posisinya dapat dicari berdasarkan persamaan (3.9) dan kecepataannya berdasarkan persamaan (3.8).

$$v = v_0 + at$$

$$= 3 + 10 \cdot 5 = 53 \text{ m/s}$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$= -8 + 3 \cdot 3 + \frac{1}{2} 10 \cdot 3^2 = 46 \text{ m}$$

- 2) Mobil 1 dan mobil 2 akan bergerak pada arah yang sama. Andaikan kedua mobil mula-mula berhenti, posisi mobil 1 di $+x_0$ dan mobil 2 di $-x_0$. Mobil 1 bergerak dengan percepatan a sedang mobil 2 dengan percepatan $2a$. Kedua mobil serentak bergerak. Kapan ke dua mobil itu berpapasan?

Penyelesaian:

Andaikan posisi mobil 1 dinyatakan dengan x_1 dan mobil 2 dengan x_2 , jadi:

$$x_1 = +x_0 + \frac{1}{2} a t^2$$

$$x_2 = -x_0 + \frac{1}{2} (2a) t^2$$

dengan pengertian v_0 untuk ke dua mobil adalah nol. Saat kedua mobil berpapasan berarti $x_1 = x_2$ dan terjadi pada waktu t_p , sehingga:

$$+x_0 + \frac{1}{2} a t_p^2 = -x_0 + a t_p^2$$

dari sini akan diperoleh:



$$t_p = 2\sqrt{x_0/a}$$

Apabila x_0 dan a dinyatakan dalam bilangan, maka dapatlah diketahui kapan kedua mobil itu akan berpapasan. Dikatakan bahwa tanda a dapat positif dan dapat negatif. Pada saat a positif, gerakan partikel makin cepat, sebaliknya pada saat negatif, gerakan diperlambat.

- 3) Dari puncak sebuah gedung seseorang melempar batu vertikal ke atas. Andaikan tinggi gedung itu 100 m di atas tanah, dan kecepatan awal batu 15 m/s. Tentukan tinggi maksimum yang dapat dicapai oleh batu tersebut demikian pula waktu yang diperlukan oleh batu untuk tiba di tanah, serta kecepatan batu itu ketika menyentuh tanah. Andaikanlah percepatan gravitasi bumi adalah $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

Penyelesaian:

Waktu batu bergerak ke atas, yaitu lintasan A – B, batu itu mengalami perlambatan yang sama dengan negatif percepatan gravitasi bumi, sedangkan ketika bergerak ke bawah (**jatuh bebas**) B - C, gerakannya dipercepat dengan percepatan sama dengan percepatan gravitasi bumi.

waktu yang diperlukan batu untuk sampai di puncak B, dicari dari:

$$v = v_0 + a t$$

$$0 = 15 + (-9,8) t$$

$$t = 15/9,8 = 1,53 \text{ s}$$

puncak B dihitung dari:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$= 100 + 15 \cdot 1,53 + \frac{1}{2} (-9,8) \cdot 1,53^2 = 111,48 \text{ m}$$

Jadi batu itu mencapai ketinggian 111,48 di atas tanah atau 11,48, di atas puncak gedung. Batu itu akan jatuh bebas setelah mencapai puncak B, untuk sampai di tanah (titik C) waktunya dapat dicari dari:

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

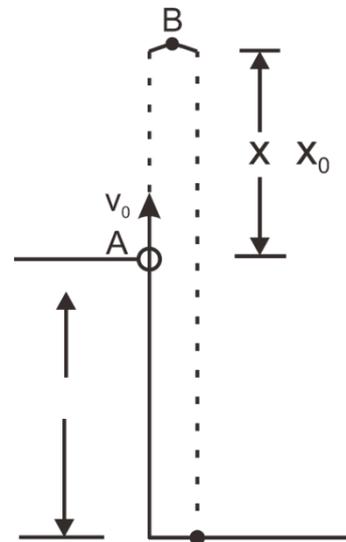
$$111,48 = 0 + 0 \cdot t + \frac{1}{2} (+9,8) t^2$$

$$= 4,9 t^2 \text{ atau } t = \sqrt{111,48/4,9} = 4,77 \text{ s}$$

dengan demikian waktu yang dibutuhkan batu itu untuk tiba di tanah:

$$t_{AC} = t_{AB} + t_{BC}$$

$$= 1,53 + 4,77 = 6,3 \text{ s}$$



Gambar 3.18 gerak vertikal



sedangkan kecepatan batu ketika menyentuh tanah di C dicari dari:

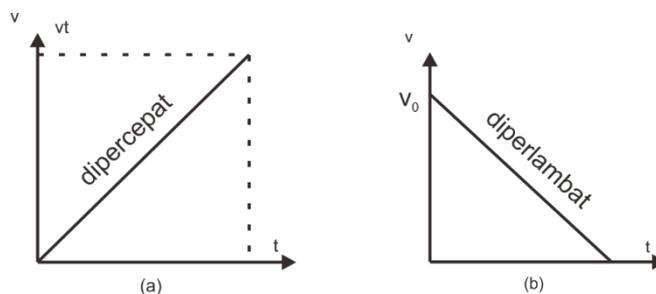
$$v = v_0 + a t$$

$$= 0 + (9,8 \cdot 4,77) = 46,75 \text{ m/s}$$

Sampai sekarang kita membahas gerakan partikel dalam satu dimensi yaitu gerak lurus searah dengan sumbu X, dengan persamaan $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t$. Persamaan gerak tersebut dapat dibuktikan secara grafis maupun secara diferensiasi integral.

2. Gerak Pada Bidang Datar

Dari uraian Gerak lurus, jelaslah bahwa pada gerak lurus berubah beraturan, mungkin gerakannya makin lama makin dipercepat atau mungkin gerakannya diperlambat, untuk perlambatan tanda percepatan negatif. Secara grafis, perbedaannya dapat diperhatikan pada kedua grafik dibawah ini.



Gambar 3.19. Diagram (v-t) percepatan dan perlambatan

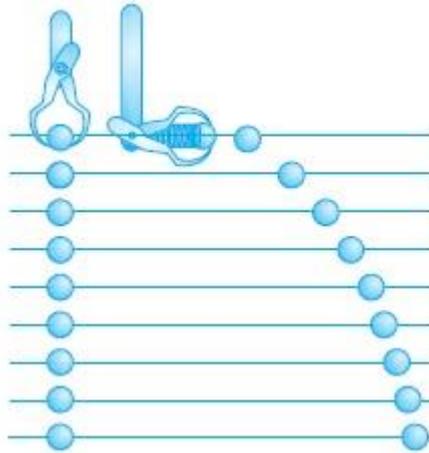
Kalau kecepatan awalnya v_0 dan percepatannya a , kecepatan pada suatu saat t dan v_t . Untuk gerak lurus berubah beraturan dengan perlambatan, kecepatannya pada suatu saat menjadi nol.

Pada gerak jatuh bebas maupun gerak vertikal ke atas, arah percepatannya selalu ke bawah menuju ke bumi. Mengapa hal ini dapat terjadi? Untuk dapat menjawab masalah ini lebih baik Anda telaah dulu gerakan benda yang dilemparkan miring ke atas. Pernahkan Anda melakukannya? Bukankah benda itu akan bergerak melengkung? Arah lengkungannya sedemikian rupa sehingga pada akhirnya menuju ke bumi.

Untuk lebih seksamanya, silahkan Anda amati hasil pemotretannya. Supaya dapat membandingkan keadaanya dengan gerak jatuh bebas, pemotretan dilakukan serempak terhadap kedua jenis gerakan tersebut. Hasilnya dapat diperhatikan pada Gambar 3.20 yang menunjukkan hasil pemotretan gerakan dua benda. Benda pertama



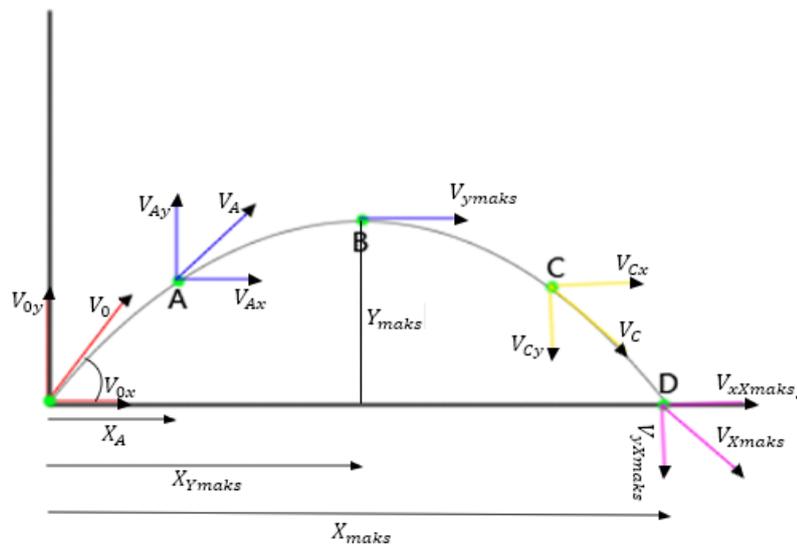
jatuh bebas, sedang benda ke dua dilemparkan dengan kecepatan awal v_0 arah mendatar.



Gambar 3.20. Hasil pemotretan gerak jatuh bebas dan gerak parabola

Dari Gambar 3.20 jelaslah bahwa, kedua benda beranjak ke bawah secara serempak. Benda kedua beranjak arah mendatar dengan besar perpindahan yang sama untuk kurun waktu yang sama. Jadi untuk benda kedua rupanya mengikuti secara serempak dua macam gerakan. Gerakan arah vertikal mengikuti gerak lurus berubah beraturan dan gerak arah mendatar mengikuti gerak lurus beraturan. Dan gerak arah mendatar mengikuti gerak lurus beraturan. Bagaimana bentuk persamaan gerak yang melengkung tadi?

Lintasan gerakan ini secara matematik berbentuk parabol. Sedangkan kalau dilihat lintasanya seperti lintasan gerak peluru. Dengan alasan ini maka gerakan benda disebut gerak parabola atau gerak peluru. Perhatikan gambar di samping



Gambar 3.21. Gerak Parabola

Benda dilempar miring dengan kecepatan awal v_0 . Benda akan melakukan gerak parabola atau gerak peluru. Sesuai dengan uraian terdahulu, benda dapat dipandang

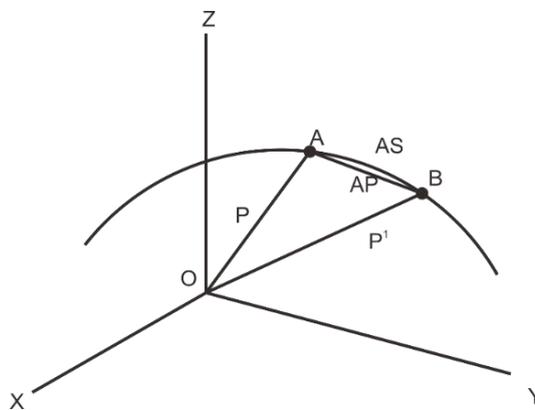


melakukan dua macam gerakan serempak, ialah gerak lurus berubah beraturan dengan percepatan g , dan gerak lurus beraturan dengan suatu kecepatan awal tertentu. Misalkan sudut kemiringan lemparan α .

Tinjau ini secara matematik dapat dikatakan bahwa gerakan diuraikan pada sumbu X dan sumbu Y . Pada sumbu x terdapat gerak lurus beraturan dan pada sumbu Y gerak lurus berubah beraturan. Marilah kita tulis persamaan geraknya pada masing-masing sumbu.

Sumbu x	sumbu y
Percepatan $a_x = 0$	$a_y = -g$
Kecepatan $v_x = v_0 \cos \alpha$	$v_y = -g t + v_0 \sin \alpha$
$X = v_0 \cdot t \cos \alpha$	$Y = -1/2 t^2 + v_0 t \sin \alpha$

untuk lebih jelasnya, perhatikan gambar berikut



Gambar 3.22. Pergeseran dan kecepatan rata-rata gerak melengkung

Andaikan partikel bergerak pada lintasan melengkung seperti dilukiskan pada Gambar 3.22. pada waktu t partikel berada di titik A , dinyatakan oleh posisi vektor $r = \overline{OA} = i x + j y + k z$ kalau i , j , dan k adalah unit (satuan) vektor, searah sumbu X , sumbu Y dan sumbu Z . Pada waktu t' , partikel berada di titik B dengan $r' = \overline{OB} = i x' + j y' + k z'$. Meskipun partikel itu bergerak sepanjang busur $AB = \Delta s$, pergeseran yang berupa vektor, adalah $\overline{AB} = \Delta r$. Pada Gambar 3.23 terlihat bahwa $r' = r + \Delta$, dengan demikian:

$$\begin{aligned} \overline{AB} = \Delta r &= r' - r = i(x' - x) + j(y' - y) + k(z' - z) \\ &= i \Delta x + j \Delta y + k \Delta z \end{aligned}$$

dimana $\Delta x = x' - x$, $\Delta y = y' - y$ dan $\Delta z = z' - z$. Rata-rata kecepatan juga merupakan vektor, diperoleh dari:

$$\bar{v} = \frac{\Delta r}{\Delta t} \tag{3.10}$$



atau

$$\bar{v} = i \frac{\Delta x}{\Delta t} + j \frac{\Delta y}{\Delta t} + k \frac{\Delta z}{\Delta t} \quad (3.11)$$

Kecepatan rata-rata dinyatakan dengan vektor yang sejajar dengan pergerakan $\overline{AB} = \Delta r$. Untuk mendapatkan kecepatan sesaat, haruslah Anda buat Δt yang sangat kecil, sehingga

$$\begin{aligned} v &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \bar{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta r}{\Delta t} \\ &= \frac{dr}{dt} \end{aligned} \quad (3.12)$$

atau

$$v = i \frac{dx}{dt} + j \frac{dy}{dt} + k \frac{dz}{dt} \quad (3.13)$$

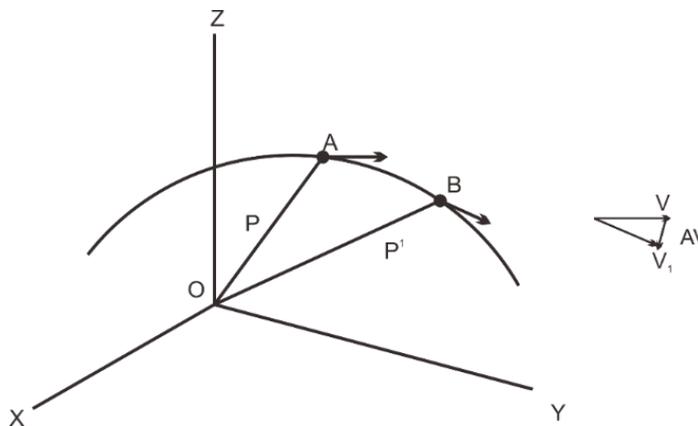
Seperti telah Anda pahami dapat dituliskan

$$v_x = \frac{dx}{dt}, v_y = \frac{dy}{dt} \text{ dan } v_z = \frac{dz}{dt}$$

sedang besar kecepatan, sering dinamakan laju, diperoleh dari

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2} \quad (3.14)$$

Dalam gerak lengkung, secara umum, besar kecepatan beserta arahnya selalu berubah. Besar kecepatan berubah karena partikel itu boleh jadi lajunya bertambah atau berkurang. Arahnya berubah karena tangan dari lintasan dan kelengkungan lintasan yang kontinu. Perhatikan Gambar 3.23 berikut ini



Gambar 3.23. Percepatan dalam lintasan melengkung

Pada Gambar 3.23 dilukiskan kecepatan benda ketika waktunya t dan t' , dimana partikel berada di A dan B. Perubahan vektor kecepatan dari A ke B dinyatakan oleh Δv



dalam segi tiga vektor, dimana $\Delta v = v' - v$. Percepatan rata-rata dalam interval waktu Δt dinyatakan dengan:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (3.15)$$

dan sejajar dengan Δv . Percepatan rata-rata itu dapat juga ditulis sebagai:

$$\bar{a} = i \frac{\Delta v_x}{\Delta t} + j \frac{\Delta v_y}{\Delta t} + k \frac{\Delta v_z}{\Delta t} \quad (3.16)$$

dimana $\Delta v = \Delta v_x + \Delta v_y + \Delta v_z$

Percepatan sesaat, atau sering disebut percepatan, diperoleh dari:

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

atau

$$a = \frac{dv}{dt} \quad (3.17)$$

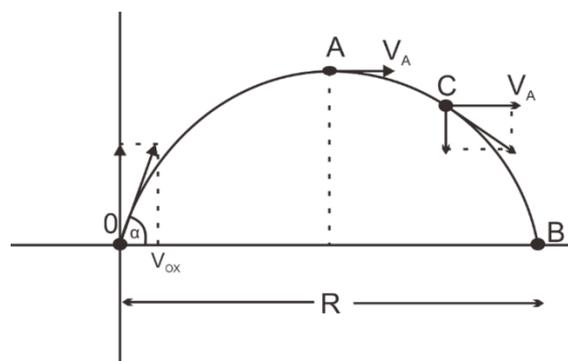
Percepatan a adalah vektor yang berarah sama dengan perubahan kecepatan. Apabila kecepatan berubah dalam arah di dalam kurva (grafik) lintasan partikel, percepatan selalu menuju pusat kelengkungan kurva. Persamaan (3.17) dapat juga dituliskan sebagai berikut

$$a = i \frac{dv_x}{dt} + j \frac{dv_y}{dt} + k \frac{dv_z}{dt} \quad (3.18)$$

dan besaran percepatan dinyatakan sebagai

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \quad (3.19)$$

Salah satu yang menarik untuk dipelajari adalah gerakan suatu partikel dimana besar percepatan serta arahnya selalu tetap. Misal gerak suatu peluru yang ditembakkan dengan sudut elevasi α serta kecepatan awal v_0 berupa parabola seperti digambarkan berikut ini.



Gambar 3.24. Jika percepatan tetap, lintasan adalah suatu parabola



Perlu Anda ketahui bahwa gerak peluru selalu terletak dalam suatu bidang, dan percepatan a sama dengan percepatan gravitasi bumi g . Kita pilih bidang XY adalah bidang dimana v_0 dan $a = g$ berada, sumbu Y jarak ke atas sehingga:

$$v_0 = i v_{0x} + j v_{0y}$$

dimana

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha \text{ dan } v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

Berdasarkan persamaan (3.8), yaitu $v = v_0 + at$, didapatkan

$$v = i v_x + j v_y = (i v_{0x} + v_{0y}) - j gt$$

atau

$$v_x = v_{0x} \text{ dan } v_y = v_{0y} - gt \quad (3.20)$$

kecepatan searah sumbu X adalah tetap, sedang searah sumbu Y berubah beraturan. Dengan mengingat bahwa vektor $r(ix, jy)$, digabungkan dengan persamaa (3.9), akan diperoleh:

$$r = i x + j y = (i v_{0x} + j v_{0y}) t - j \frac{1}{2} gt^2$$

atau

$$x = v_{0x} t \text{ dan } y = v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2 \quad (3.21)$$

merupakan koordinat posisi peluru atau partikel sebagai fungsi waktu. Waktu yang diperlukan peluru sampai di titik tertinggi A pada lintasanya, ditentukan dengan $v_y = 0$ pada persamaan (3.20), kecepatan peluru ketika itu adalah horisontal. Jadi

$$t = \frac{v_{0y}}{g} \text{ atau } t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \quad (3.22)$$

Tinggi maksimum h yang dapat dicapai peluru kita dapatkan dengan memasukkan harga t pada persamaan (3.22) ke persamaan (3.21)

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad (3.23)$$

waktu yang diperlukan peluru agar sampai di B, juga disebut waktu terbang, kita tentukan dengan menggantikan $y = 0$ pada persamaa (3.21). waktu tersebut ternyata sama dengan dua kali waktu pada persamaan (3.22). jangkauan peluru yaitu jarak O – B dapat ditentukan dengan memasukkan harga waktu terbang ke persamaan (3.21) yang pertama, yaitu:

$$R = v_{0x} \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$$

atau

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \quad (3.24)$$



Untuk jelasnya Anda lihat contoh berikut ini :

- 1) Sebutir peluru ditembakkan dengan kecepatan awal 60 m/s dengan sudut $\alpha = 60^\circ$. Tentukan (a) tinggi maksimum yang dicapai, (b) posisi ketika $t = 2$ detik dan (c) jangkauan peluru.

Penyelesaian :

- (a) Dicari berdasarkan persamaan (3.23), yaitu

$$h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{60^2 \sin^2 60^\circ}{2 \cdot 9,8} = 137,76 \text{ m}$$

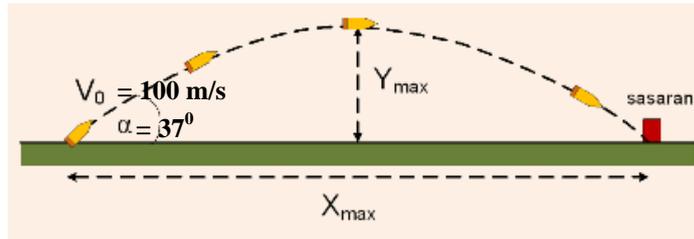
- (b) Dicari dengan persamaan (3.21), yaitu

$$\begin{aligned} x &= v_{0x} t = v_0 \cos \alpha t \\ &= 60 \cos 60^\circ 2 = 60 \text{ m} \\ y &= v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2 = v_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2} g t^2 \\ &= 60 \sin 60^\circ \cdot 2 - 1/2 \cdot 9,8 \cdot 2^2 = 84,32 \text{ m} \end{aligned}$$

- (c) Dicari berdasarkan persamaan (3.24)

$$R = \frac{v_0^2 \sin 2 \alpha}{g} = \frac{60^2 \cdot \sin 120^\circ}{9,8} = 310,13 \text{ m}$$

- 2) Perhatikan gambar berikut ini!



Tentukan:

- Komponen vektor kecepatan awal pada sumbu x dan sumbu y
- Kecepatan peluru saat $t = 1$ sekon
- Arah kecepatan peluru saat $t = 1$ sekon terhadap garis mendatar
- Tinggi peluru saat $t = 1$ sekon
- Jarak mendatar peluru saat $t = 1$ sekon
- Waktu yang diperlukan peluru untuk mencapai titik tertinggi
- Kecepatan peluru saat mencapai titik tertinggi
- Tinggi maksimum yang bisa dicapai peluru (Y_{maks})
- Waktu yang diperlukan peluru untuk mencapai sasaran (jarak terjauh arah mendatar)
- Jarak terjauh yang dicapai peluru (X_{maks})

*Penyelesaian*

a) Komponen pada sumbu X:

$$\begin{aligned}v_{ox} &= v_0 \cdot \cos \alpha \\ &= 100 \left(\frac{4}{5} \right) = 80 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Komponen pada sumbu Y

$$\begin{aligned}v_{oy} &= v_0 \cdot \sin \alpha \\ &= 100 \left(\frac{3}{5} \right) = 60 \text{ m/s}\end{aligned}$$

b) Kecepatan peluru saat $t = 1$ sekon

Pada sumbu X:

$$\begin{aligned}v_{tx} &= v_{ox} = v_0 \cdot \cos \alpha \\ &= 100 \left(\frac{4}{5} \right) = 80 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Pada sumbu Y:

$$\begin{aligned}v_{ty} &= v_0 \cdot \sin \alpha - gt \\ &= 100 \left(\frac{3}{5} \right) - 10 \cdot 1 \\ &= 50 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Kecepatan Peluru:

$$\begin{aligned}v_t &= \sqrt{v_{ty}^2 + v_{tx}^2} \\ &= \sqrt{50^2 + 80^2} \\ &= \sqrt{8900} \\ &= 10\sqrt{89} \text{ m/s}\end{aligned}$$

c) Arah kecepatan peluru saat $t = 1$ sekon terhadap garis mendatar (horisontal)

$$\begin{aligned}\tan \theta &= \frac{v_{ty}}{v_{tx}} \\ &= \frac{50}{80} \\ &= \frac{5}{8}\end{aligned}$$

d) Tinggi peluru saat $t = 1$ sekon

$$\begin{aligned}y &= v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2 \\ &= 100 \cdot \frac{3}{5} \cdot 1 - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 1^2 \\ &= 55 \text{ m}\end{aligned}$$



- e) Jarak mendatar peluru saat $t = 1$ sekon

$$\begin{aligned} x &= (v_o \cos \alpha) \cdot t \\ &= 100 \cdot \frac{4}{5} \cdot 1 = 80 \text{ m} \end{aligned}$$

- f) Waktu yang diperlukan peluru untuk mencapai titik tertinggi

$$\begin{aligned} v_t &= v_o \cdot \sin \alpha - g \cdot t \\ &= 100 \cdot \frac{3}{5} - 10 \cdot t \end{aligned}$$

$$10 \cdot t = 60, \text{ sehingga } t = 6 \text{ sekon}$$

- g) Kecepatan peluru saat mencapai titik tertinggi

$$\begin{aligned} v_t &= v_{ox} = v_o \cos \alpha \\ &= 100 \cdot \frac{4}{5} \\ &= 80 \text{ m/s} \end{aligned}$$

- h) Tinggi maksimum yang bisa dicapai peluru

$$\begin{aligned} Y_{\text{maks}} &= \frac{v_o^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g} \\ &= \frac{100^2 \cdot \left(\frac{3}{5}\right)^2}{2 \cdot 10} \\ &= 180 \text{ meter} \end{aligned}$$

- i) Waktu yang diperlukan peluru untuk mencapai jarak terjauh. Waktu untuk mencapai jarak mendatar paling jauh adalah dua kali waktu untuk mencapai ketinggian maksimum, jadi:

$$\begin{aligned} t &= 2 \times 6 \\ &= 12 \text{ sekon.} \end{aligned}$$

- j) Jarak terjauh yang dicapai peluru

$$\begin{aligned} Y_{\text{maks}} &= \frac{v_o^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} \\ &= \frac{v_o^2 \cdot 2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} \\ &= \frac{100^2 \cdot 2 \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{4}{5}}{10} \\ &= 960 \text{ meter} \end{aligned}$$



D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah mengkaji materi tentang Gerak Benda, Anda dapat melakukan kegiatan *eksperimen* dan *non eksperimen* baik secara individu maupun berkelompok dengan hati-hati dan teliti yang petunjuknya disajikan dalam lembar kegiatan. Untuk kegiatan eksperimen, Anda dapat mencobanya mulai dari persiapan alat bahan, melakukan percobaan dan membuat laporannya. Sebaiknya Anda mencatat hal-hal penting untuk keberhasilan percobaan, agar berguna bagi Anda sebagai catatan untuk mengimplementasikan di sekolah.

LK-3.1

GERAK BENDA

Tujuan kegiatan

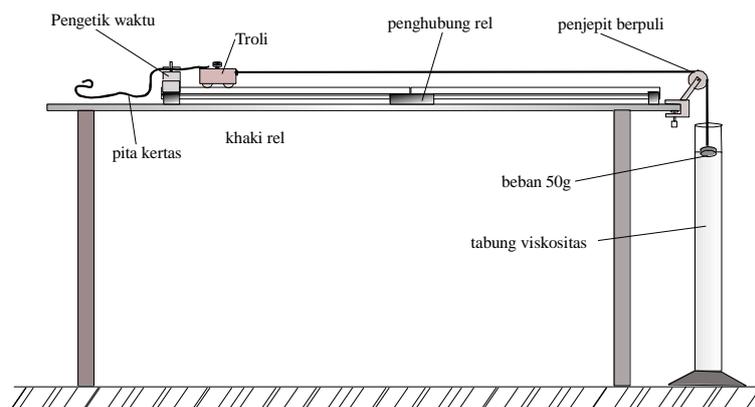
Menyelidiki gerakan benda

Alat dan bahan

• Beban 50 g	• Benang nilon (<i>cord on rel</i>)	• Tabung viskositas, (<i>viscosity tube</i>)
• Rel presisi, 2 buah	• Jam henti (<i>stopwatch</i>)	• Penjepit berpuli (<i>pulley on clamp</i>)
• Oli	• Mistar logam, (<i>ruler</i>)	• Kaki rel, 2 buah, (<i>foot on rel</i>)
• Kreta troli (<i>Trolley</i>)	• Catu daya (<i>power supply</i>)	• Penghubung rel, (<i>connecting rel</i>)

Metode percobaan

Ada dua jenis keadaan tentang sebuah benda yang bergerak. Pertama gerak dengan kecepatan tetap atau tanpa percepatan atau tanpa perlambatan dan yang kedua adalah gerak benda dengan kecepatan yang berubah atau gerak dengan percepatan atau perlambatan. Untuk menyelidiki kedua jenis gerak ini kita amati perubahan gerak setiap saat dari troli yang ditarik oleh beban jatuh pada cairan oli dan yang kedua pada beban jatuh bebas (tanpa oli).



Gambar LK-3.1. Perangkaian peralatan



Pengamatan dan data percobaan

Siapkan semua peralatan yang telah tersedia. Nyalakan tiker timer dengan cara memberi masukan tegangan 6 volt dari catu daya. Dengarkan bunyi getaran tiker timer hingga terdengar konstan. Matikan sejenak, dan pasang pita kertas pada tiker timer dan menghubungkannya dengan kreta troli yang sudah dirangkai seperti pada gambar LK-3.1. Beri beban di ujung tali dengan beban 50 g. Siap nyalakan kembali tiker timer dan luncurkan kreta troli dengan cara melepaskan beban terbiarkan jatuh tanpa dalam oli. Perhatikan hasil ketikan tiker timer pada pita kertas. Hitung jumlah titik pada pita kertas (dari awal) untuk setiap panjang pita kertas yang tercantum dalam Tabel.1. Sekarang ulangi percobaan seperti sebelumnya untuk gerak troli yang ditarik beban jatuh dalam oli. Isikan hasil pengamatan Anda untuk kasus ini dalam Tabel.2.

Catatan: Satu titik yang tercetak pada pita kertas ekuivalen dengan $1/50\text{Hz} = 0.02$ detik jika tiker timer dipasang pada tegangan AC 50Hz.

Tabel-1: Hasil pengamatan untuk gerak troli dengan tarikan beban jatuh bebas

No	Panjang pita kertas (cm)	Jumlah titik	Waktu (t)	Kecepatan (v)
1	4	....	....	....
2	6	....	....	....
3	8	....	....	....
4	10	....	....	....
5	12	....	....	....
6	14	....	....	....
7	16	....	....	....
8	18	....	....	....
9	20	....	....	....
10	22	....	....	....

Tabel-2: Hasil pengamatan untuk gerak troli dengan tarikan beban dalam oli

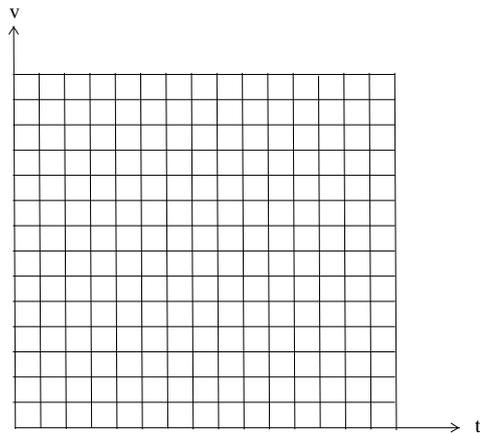
No	Panjang pita kertas (cm)	Jumlah titik	Waktu (t)	Kecepatan (v)
1	4	....	....	....
2	6	....	....	....
3	8	....	....	....
4	10	....	....	....
5	12	....	....	....
6	14	....	....	....
7	16	....	....	....
8	18	....	....	....
9	20	....	....	....
10	22	....	....	....

Hasil percobaan dan kesimpulan

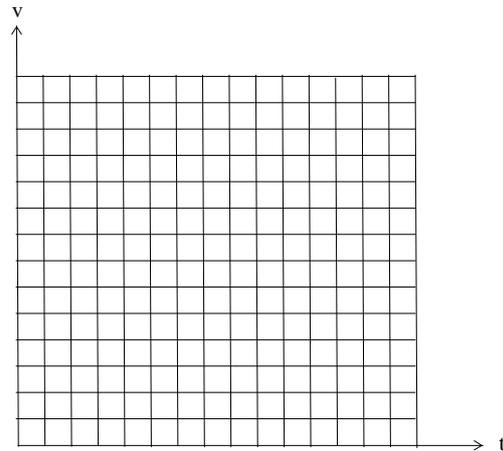
- 1) Dari data dalam Tabel-1, buatlah grafik hubungan kecepatan v terhadap waktu t . Dengan cara yang sama, buat pula grafik dan persamaan $v(t)$ nya untuk data dalam Tabel-2. Amati



hasilnya dan lakukan penarikan garis dengan metode *list square* dan buat persamaannya?



Grafik v – t, data Tabel-1.



Grafik v – t data Tabel-2

- 2) Bandingkan hasil yang diperoleh dari kedua grafik. Apakah ada perbedaan? Jelaskan apa perbedaan yang tampak.
- 3) Apa kegunaan cairan oli, dan jelaskan apa pengaruh oli pada gerakan beban penarik?
- 4) Apa kesimpulan Anda tentang gerak benda dari kedua jenis grafik gerak?

Bahan diskusi

Penyebab benda bergerak salah satunya adalah akibat adanya gaya yang bekerja pada benda. Menurut pendapat Anda, apakah setiap benda bergerak harus ada gaya?

.....

.....

.....

.....

.....



LK-3.2

KECEPATAN

Tujuan

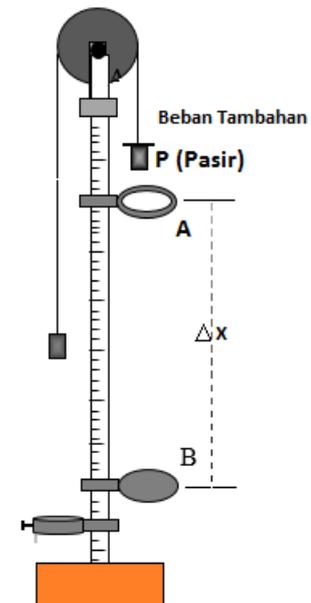
Menentukan kecepatan gerak

Alat dan Bahan

- Pesawat Atwood lengkap dengan katrol, tali penggantung, dua beban berongga dengan massa sama
- *Stopwatch*
- Pasir
- Mistar
- Beban tambahan yang dapat terkait dan tertinggal di A

Langkah Kerja

- 1) Lewatkan tali melalui katrol dan ikatan beban pada masing-masing ujungnya.
- 2) Usahakan sistem beban dan tali mencapai kesimbangan pada segala kedudukan dengan memasukan pasir ke dalam salah satu beban (P) sedikit demi sedikit. Kemudian ditambahkan beban pada P, sehingga sistem massa dan tali bergerak.
- 3) Pada saat P dan beban tambahan melewati A dan beban tambahan itu tertinggal, maka selanjutnya P bergerak lurus beraturan.
- 4) Ukurlah selang waktu yang diperlukan P untuk melintasi jarak dari A sampai B.
- 5) Ulangi percobaan ini dengan mengubah-ubah jarak Δx yang berbeda-beda paling sedikit 3 kali dan dengan menggunakan lembaran data hitunglah v .



Gambar LK.3.2. Pesawat Atwood

Tabel Pengamatan

Percobaan	x	t	v
1			
2			
... n			
Jumlah v			

Pertanyaan:

- 1) Mengapa penambahan pasir pada P harus dilakukan sedikit demi sedikit?
- 2) Jika penambahan pasir pada P berlebihan apakah gerak P beraturan? Berikan alasannya!



LK-3.3

GERAK LURUS BERUBAH BERATURAN

Tujuan

- 1) Membandingkan hasil pengukuran waktu tempuh dari bola yang menggelinding pada bidang miring menggunakan *water timer* dan *stop watch*.
- 2) Menghitung percepatan dari bola yang menggelinding pada bidang miring melalui grafik jarak terhadap waktu pangkat 2 (t^2); dan
- 3) Memperkirakan gerak suatu benda dari grafik jarak terhadap waktu atau grafik jarak terhadap t^2 .

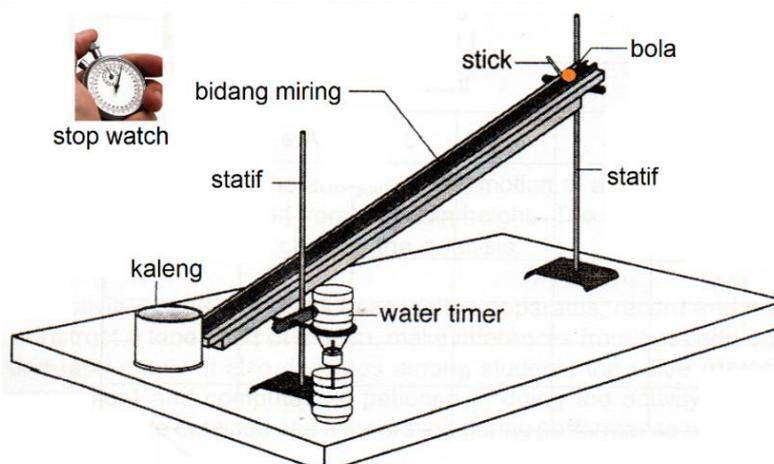
Alat yang digunakan:

• Kapur	• Kertas grafik	• Bola baja atau kelereng
• Kaleng	• <i>Stopwatch</i>	• Penggaris atau tongkat kayu
• <i>Water timer</i>	• Bidang miring	• Gelas ukur 100 mL

Catatan : Bidang miring (papan kayu dengan panjang lebih dari 2 m, memiliki jalur lintasan)

Langkah kerja:

- 1) Susun peralatan seperti pada gambar. Tandai bidang miring/papan kayu setiap 20 cm, dimulai dari sisi miring bagian bawah ke atas. Beri tanda dengan angka 20 cm, 40 cm, dst.
- 2) Letakkan *water timer* di ujung bidang miring/papan kayu. Tuangkan air pada *water timer* sambil menutup lubang sedotan. Kemudian *stop watch*
- 3) Ukur sudut antara permukaan meja dengan bidang miring/papan kayu.
- 4) Letakkan bola pada titik 20 cm. Tahan bola dengan penggaris atau tongkat kayu agar tidak menggelinding.



Gambar LK-3.3. Set alat percobaan



- 5) Ketika penggaris/tongkat diangkat, buka lubang sedotan hingga air mengalir. Tutup sedotan ketika kaleng berbunyi karena tersentuh bola. Secara bersamaan nyalakan *stopwatch* kemudian matikan *stopwatch* ketika bola menyentuh kaleng pada ujung bidang miring/papan kayu.
- 6) Catat waktu tempuh (t) yang dibutuhkan bola untuk menggelinding ke bawah pada tabel. Caranya dengan mengukur volume air pada water timer dengan menggunakan gelas ukur (dalam mL) dan nilai yang ditunjukkan oleh *stopwatch*. Ulangi langkah 5 dan 6 sebanyak 3 kali untuk setiap titik yang sama dan hitung rata-ratanya.
- 7) Ulangi langkah 4 sampai dengan 6 untuk titik atau jarak tempuh lainnya.
- 8) Naikkan besar sudut bidang miring/papan kayu. Ulangi langkah 4 sampai dengan 7.
- 9) Buat grafik d terhadap t dan grafik d terhadap t^2 pada kertas grafik untuk masing-masing sudut bidang miring/papan kayu.

Tabel Data

Jarak tempuh d (cm)	Water timer				(Waktu) ² t^2 (s ²)	Stopwatch				(Waktu) ² t^2 (s ²)
	Waktu t (s)					Waktu t (s)				
	Percobaan ke-					Percobaan ke-				
	1	2	3	Rata-rata		1	2	3	Rata-rata	
20										
60										
80										
100										
120										
140										
160										
180										
200										

Sudut inklinasi = _____

Analisis

- 1) Apa yang dapat kamu jelaskan mengenai grafik d terhadap t dan grafik d terhadap t^2 ?
- 2) Apa yang dapat kamu simpulkan mengenai gerak bola dari kedua grafik tersebut?
- 3) Apa hubungan antara jarak dan waktu tempuh dari bola yang menggelinding tersebut?
- 4) Hitung kemiringan dari grafik d vs t^2 . Dari grafik tersebut, kemiringan grafik menunjukkan apa?



LK-3.4

GERAK JATUH BEBAS

Tujuan

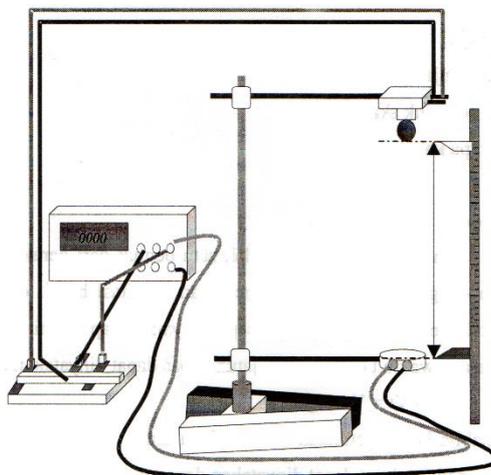
- 1) Mengamati hubungan jarak tempuh terhadap waktu pada perilaku gerak jatuh bebas
- 2) Mengukur nilai percepatan gravitasi bumi

Alat dan Bahan

Counter	1 buah
Power Supplai DC 0 – 12 Volt	1 buah
Magnet Penahan	1 buah
Tombol Morse/ tastatur morse	1 buah
Seperangkat statip dengan 2 soket dan 2 klem penjepit	1 buah
Plat kontak	2 buah
Loop	1 buah
Bola Baja	1 buah
Mistar panjang 1 m	1 buah
Klem petunjuk skala	2 buah
Kabel penghubung	Secukupnya

Langkah Kerja

- 1) Rangkailah percobaan seperti pada gambar, perhatikan penyambungan posisi kutub jangan sampai terbalik, gunakan beda potensial ± 6 volt.



Gambar LK-3.4. Rangkaian percobaan Gerak Jatuh Bebas.

Catatan: Dengan menggunakan counter kita akan mudah menentukan waktu tempuh benda yang mengalami gerak jatuh bebas yang akan kita amati. Perhitungan jarak tempuh dapat dilakukan dengan mengukur perbedaan ketinggian antara dua pelat kontak



- 2) Dalam keadaan *off* amati jarak antara dua plat, pastikan posisi kedua plat kontak tidak menyimpang, sehingga bola yang jatuh setelah arus magnet terhenti akan jatuh tepat di atas bagian plat kontak yang dilapisi bahan karet.
- 3) Atur *digital counter* untuk menghitung waktu dengan satuan mili detik atau reset alat tester alat penghitung waktu ini pada kedudukan nol.
- 4) Atur kontak tastatur morse disetel pada jarak minimal 0,1 mm dengan memutar skrup penyetelnya, agar perbedaan waktu antara jatuh dengan *counter* waktu hitung tidak terlalu jauh.
- 5) Tiga buah kertas sebesar ukuran prangko diletakan secara bertumpu diantara bola baja dan magnet penahan.
- 6) Strum magnet diperbesar sedemikian rupa sehingga bola baja masih dapat menempel dengan tanpa terjadi suara.
- 7) Atur jarak S antara permukaan bola baja bagian bawah dengan permukaan alat kontak yang tertutup, ukur dengan bantuan alat pengukur ketinggian (perhatikan posisi Anda usahakan jangan terjadi kesalahan paralak, untuk lebih jelas gunakan loop).
- 8) Strum magnet diperkecil dipilih sekecil mungkin. Tastatur morse ditekan dengan kuat dan waktu jatuh t dapat dilihat melalui digital, catat jarak tempuh dan waktu tempuh.
- 9) Ulangi langkah 4 sampai 8 sebanyak 10 kali dengan menggunakan jarak S yang berbeda-beda.

Tugas setelah Percobaan

- 1) Buatlah grafik $S = f(t^2)$ berdasarkan data yang telah Anda peroleh, selidiki perilaku hubungan jarak tempuh terhadap waktu tempuh. Apakah gerak ini dapat dikatakan sebagai gerak lurus berubah beraturan?
- 2) Buatlah grafik $S = f(t^2)$ berdasarkan data yang telah Anda peroleh, berdasarkan grafik tersebut tentukanlah nilai percepatan gravitasi di tempat Anda melakukan percobaan (berikut simpangan nilai g).
- 3) Tentukan waktu yang hilang yang diakibatkan oleh selisih waktu penekanan tombol morse dengan digital berdasarkan grafik yang Anda buat.
- 4) Buatlah kesimpulan berdasarkan tujuan percobaan dan hasil analisis data, bandingkan harga g dengan harga standar g tempat Anda melakukan percobaan.
- 5) Berdasarkan hasil kesimpulan berikanlah komentar tentang data yang Anda simpulkan.
- 6) Buatlah saran perbaikan terhadap prosedur percobaan yang Anda lakukan hingga sekecil mungkin terjadi kesalahan dalam percobaan ini.



LK-3.5

JANGKAUAN PROYEKTIL

Tujuan

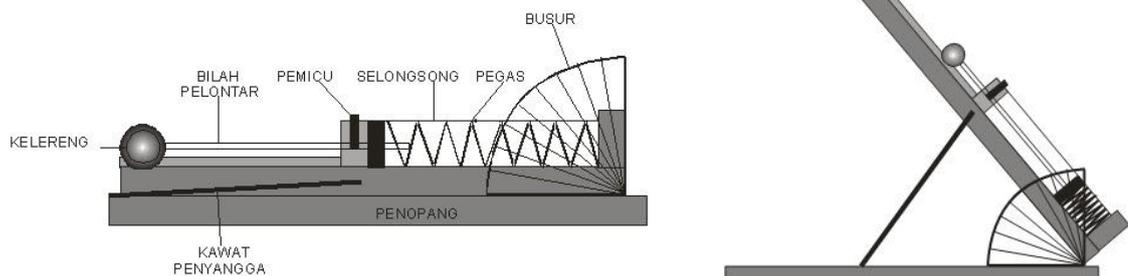
Menyelidiki pengaruh perubahan sudut elevasi terhadap jarak dan tinggi maksimum pada gerak parabola.

Alat dan Bahan

• Pensil	• Mistar 1 m	• Penghisap solder	• Engsel jendela
• Triplek dan kayu	• Tali rafia	• Busur Derajat	• kelereng

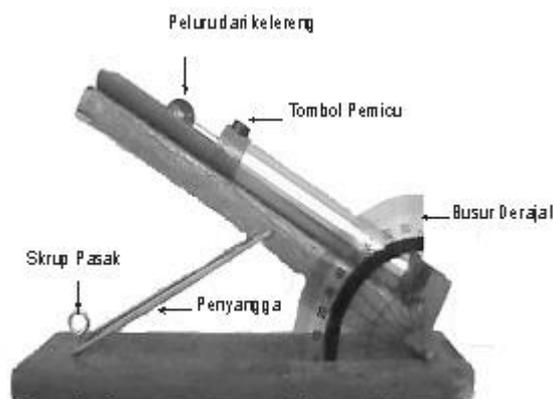
Langkah Kerja

1) Rancang alat seperti gambar berikut ini



Gambar LK.3.5a. Rancangan alat sederhana untuk gerak parabola

- 2) Atur posisi penghisap solder (pelontar) sehingga membentuk sudut tertentu terhadap sumbu x
- 3) Tekan tombol pemicu sehingga kelereng (peluru) terlontar.



Gambar LK.3.5b. Mekanisme kerja rancangan alat gerak parabola



- 4) Beri tanda tinggi dan jarak terjauh yang dapat dicapai oleh kelereng dengan menggunakan pensil.
 - a. Gunakan tali rafia dan mistar untuk menentukan jarak dan tinggi peluru
 - b. Ulangi beberapa kali untuk sudut elevasi yang sama
 - c. Masukkan hasilnya ke dalam tabel pengamatan
 - d. Lakukan langkah 3 s.d. 8 untuk sudut elevasi yang berbeda.

Tabel Pengamatan

Sudut	x (meter)	y (meter)
15°		
30°		
45°		
60°		
90°		

Pertanyaan

- 1) Berdasarkan tabel pengamatan, samakah jarak yang dapat dicapai peluru untuk setiap sudut elevasi adalah?
- 2) Berdasarkan tabel pengamatan, berapakah jarak terjauh (x) yang dicapai peluru?
- 3) Berapakah besar sudut elevasi pada saat peluru mencapai titik terjauh?
- 4) Berdasarkan tabel pengamatan, berapakah tinggi maksimum (y) yang dicapai peluru?
- 5) Berapakah besar sudut elevasi pada saat peluru mencapai tinggi maksimum?
- 6) Variabel apakah yang mempengaruhi jarak terjauh dan tinggi maksimum pada gerak parabola?
- 7) Apa kesimpulan dari percobaan yang telah kalian lakukan?



LK-3.6

GERAK PARABOLA**Tujuan**

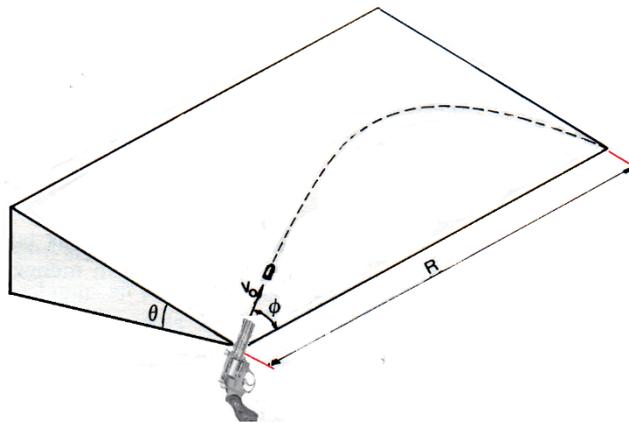
Menunjukkan gerak parabolik dan menentukan kecepatan awalnya.

Alat dan Bahan

• Bidang miring yang luas	• Bola besi ($d = 1 \text{ cm}$)	• Kertas gambar yang luas
• Pistol mainan yang berpegas yang berlubang laras besar	• Mistar dan busur derajat	• Kertas karbon yang luas

Langkah Kerja

- 1) Aturilah bidang miring dengan sudut miring θ yang tidak terlalu besar, dengan menggunakan busur derajat.
- 2) Tutuplah bidang miring dengan kertas gambar dan pasanglah kertas karbon di atasnya. Letakan kedua kertas tersebut pada bidang miring.
- 3) Jepitkan pistol mainan pada tepi bawah bidang miring seperti pada gambar dengan busur derajat dan ukurlah sudut miring θ



Gambar LK.3.6.Mekanisme kerja rancangan alat gerak parabola

- 4) Tembakkan bola besi dengan pistol mainan sedemikian sehingga bola bergerak pada bidang miring
- 5) Ukurlah jarak tembak R dengan mistar
- 6) Ulangi langkah percobaan no 3 sampai no.5 beberapa kali dengan sudut θ yang berbeda-beda
- 7) Pada kertas akan nampak gambar parabola yang melukiskan lintasan parabola
- 8) Dengan tabel pengamatan berikut ini, hitunglah kecepatan awal V_0 bola besi



Tabel pengamatan

θ	$\sin \theta$	ϕ	$\sin 2\phi$	R	V_o
Jumlah rata-rata					

Pertanyaan

1) Buktikan persamaan berikut ini:

a)
$$R = \frac{V_o^2 \cdot \sin 2\phi}{g \cdot \sin \theta}$$

b)
$$V_o = \sqrt{\frac{R \cdot g \cdot \sin \theta}{\sin 2\theta}}$$

2) Apa yang terjadi jika sudut miring bidang miring terlalu besar?

3) Jika dipakai bila besi yang lebih berat, apa yang Anda harapkan terhadap R?

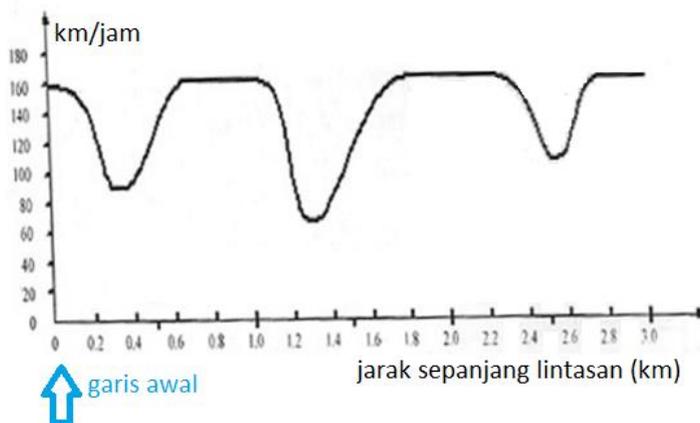


E. Latihan/Kasus/Tugas

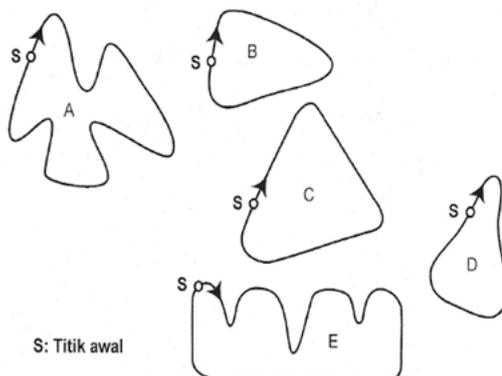
a. Latihan Soal

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

1. Kecepatan mobil balap sepanjang lintasan 3 km pada putaran kedua ditunjukkan seperti pada grafik berikut ini.



Lintasan manakah yang dijalani mobil balap agar diperoleh kecepatan seperti yang ditunjukkan pada grafik di atas?



2. Sebuah pesawat perang terbang dalam arah mendatar dengan laju 200 m/s. Pesawat tersebut dilengkapi dengan senapan yang dapat memuntahkan peluru dengan laju 400 m/s. Suatu saat pilot mengarahkan moncong senapan dengan membentuk sudut elevasi 37° dan menembakkan peluru dengan senapan tersebut. Jika saat itu ketinggian pesawat dari tanah adalah 1 km, berapa ketinggian maksimum lintasan peluru dari tanah dan berapa jangkauan maksimum peluru dari tanah?

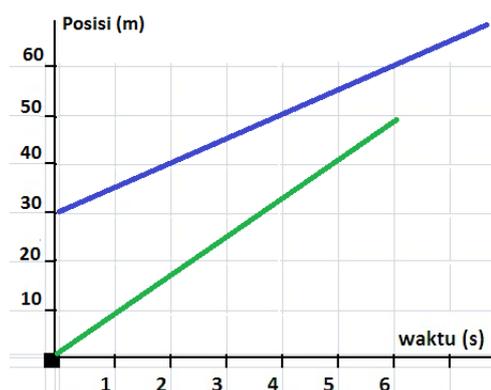


3. Lengkapi tabel berikut ini (a, b, dan c) dengan data yang bersesuaian dengan data sebelumnya, kemudian buatlah grafik apa saja yang sesuai dengan data-data tersebut.

Jarak (d)	Waktu (t)	Kuadrat waktu (t^2)	d/t^2
meter	detik	(detik) ²	(m/s ²)
0,31	0,96	0,92	0,34
0,91	1,68	2,82	0,32
1,53	2,13	4,54	0,34
2,14	2,54	6,45	a
3,05	2,85	b	c

4. Tiga ekor semut merayap pada sebuah kerangka sangkar burung berbentuk kubus ABCDEFGH dari titik A ke titik G. Semut pertama merayap pada rusuk sangkar AB, BC, dan CG. Semut kedua merayap lurus dari titik A ke titik C, kemudian merayap di rusuk CG. Sedangkan semut ketiga merayap melalui sebatang kayu yang bersandar secara diagonal di titik A dan G. Ketiga ekor semut tersebut sama-sama memerlukan waktu 10 sekon untuk melakukan perjalanan ke titik G sangkar. Bandingkan kelajuan rata-rata dan kecepatan rata-rata masing-masing semut itu!

5. Pada sebuah pertandingan balap mobil F1, semua peserta bergerak bergerak pada waktu bersamaan pada lintasan yang sama namun posisi *start*nya berbeda, berderet sesuai nomor urut yang telah ditentukan. Tinjaulah dua peserta A dan Z dimana keadaan kedua mobil itu berubah terhadap waktu setelah mereka melakukan *start* sesuai dengan grafik di samping.



Bagaimana Anda dapat menentukan kapan dan dimana kedua mobil tersebut akan berjalan bersamaan dengan menggunakan grafik tersebut?

6. Sebuah benda bergerak lurus pada sumbu X dengan kecepatan awal yang besarnya 10 m/s searah sumbu X-positif dan percepatan tetap yang besarnya 2 m/s² searah sumbu X-negatif. Jika pada waktu awal bergerak benda berada pada posisi 3 meter di sebelah kanan titik O (titik acuan atau titik nol), apa yang dapat Anda simpulkan mengenai benda tersebut setelah bergerak tepat 10 detik?



7. Sebuah benda dilemparkan dari ketinggian 20 meter dari permukaan tanah dengan kecepatan awal sebesar 30 m/s vertikal ke atas. Bila percepatan gravitasi dianggap 10 m/s^2 , berapa detik kemudian benda akan menumbuk permukaan tanah?

b. Tugas Pengembangan Soal

Pada tugas pengembangan soal ini Anda diminta untuk membuat soal UN/USBN berdasarkan kisi-kisi yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Soal yang dikembangkan disesuaikan dengan kurikulum yang digunakan oleh sekolah Anda (Kurikulum 2006 atau Kurikulum 2013) dengan materi sesuai dengan materi yang dibahas pada Kegiatan Pembelajaran 3 ini.

Prosedur Kerja

1. Pelajari kembali bahan bacaan berupa Modul Pengembangan Instrumen Penilaian di Modul G Kelompok Kompetensi Pedagogik.
2. Pelajari kisi-kisi yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan seperti pada Lampiran 2 dan 3.
3. Buatlah kisi-kisi soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari sesuai format berikut pada Lampiran 4. (Sesuaikan dengan kurikulum yang berlaku di sekolah Anda).
4. Berdasarkan kisi-kisi di atas, buatlah soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari pada modul ini.
5. Kembangkan soal-soal level *Higher Order of Thinking skill's* HOTS.
6. Bentuk soal yang dikembangkan berupa Pilihan Ganda (PG) dan essay, masing-masing 3 soal.
7. Masing-masing soal dibuat dalam kartu soal seperti pada Lampiran 5 dan 6.
8. Sebagai acuan pengembangan soal yang baik Anda dapat menelaah soal tersebut secara mandiri atau dengan teman sejawat dengan menggunakan instrumen telaah soal seperti terlampir pada Lampiran 7 dan 8.

F. Rangkuman

1. Gerak suatu benda didefinisikan sebagai perubahan posisi benda itu terhadap titik acuan tertentu.



2. Sebuah benda disebut bergerak jika posisinya berubah terhadap titik acuan tertentu, dan benda disebut diam jika posisinya tetap terhadap titik acuan tertentu.
3. Nama dan jenis gerak bermacam-macam bergantung kepada aspek gerak yang digunakan.
4. Gerak suatu benda dipelajari dalam cabang tertua fisika yaitu mekanika.
5. Mekanika meliputi kinematika, dinamika, dan statika. Kinematika mempelajari gerak benda tanpa mengkaitkannya dengan karakteristik benda dan gaya-gaya yang menyebabkan benda bergerak. Dinamika mempelajari gerak benda dan mengkaitkannya dengan karakteristik benda dan gaya-gaya yang menyebabkan gerak itu. Statika mempelajari benda-benda yang berada dalam keadaan seimbang.
6. Kinematika partikel menganggap benda sebagai sebuah titik yang tidak mempunyai ukuran (partikel).
7. Kinematika gerak lurus mempelajari tentang komponen-komponen gerak yang meliputi jarak, posisi, panjang lintasan, perpindahan, laju kecepatan dan percepatan, gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan serta gerak vertikal.
8. Jarak sebuah benda adalah selang panjang antara titik acuan dan benda itu, dengan mengabaikan dimana titik nol pengukurannya ditetapkan. Jarak merupakan besaran skalar.
9. Posisi sebuah benda adalah selang panjang dari titik acuan yang digunakan ke benda yang diamati, jadi titik nol pengukurannya adalah di titik acuan. Besaran posisi merupakan besaran vektor.
10. Panjang lintasan adalah jarak yang ditempuh oleh suatu benda, besarnya bergantung kepada bentuk lintasan benda itu. Panjang lintasan merupakan besaran skalar.
11. Perpindahan atau perubahan posisi adalah selisih antara vektor posisi akhir dan vektor posisi awal benda, besarnya hanya bergantung kepada posisi awal dan posisi akhir benda, tidak bergantung kepada bentuk lintasan benda itu. Perpindahan termasuk besaran vektor.
12. Kelajuan suatu benda adalah jarak yang ditempuh oleh benda itu pada satu satuan selang waktu. Laju termasuk besaran skalar.
13. Kecepatan suatu benda adalah perpindahan benda itu pada tiap satu satuan selang waktu. Kecepatan termasuk besaran vektor.
14. Percepatan suatu benda adalah perubahan kecepatan benda itu pada tiap satu satuan selang waktu.



15. Gerak lurus beraturan memiliki percepatan nol, kecepatan tetap dan lintasan berupa garis lurus.
16. Persamaan gerak lurus beraturan menyatakan hubungan posisi benda sebagai fungsi waktu. Fungsi itu berupa fungsi linier (pangkat satu), sehingga grafik posisi benda yang bergerak lurus beraturan sebagai fungsi waktu adalah berupa garis lurus.
17. Gerak lurus berubah beraturan adalah gerak lurus dengan percepatan tetap, sehingga grafik kecepatannya berubah secara beraturan. Jadi, pada gerak lurus berubah beraturan, kecepatan berubah secara linier terhadap waktu, atau kecepatan merupakan fungsi linier waktu. Grafik kecepatan sebagai fungsi waktu untuk gerak lurus berubah beraturan merupakan garis lurus.
18. Posisi benda yang bergerak lurus berubah beraturan berubah secara kuadratis terhadap waktu, sehingga persamaan gerak untuk sebuah gerak lurus berubah beraturan merupakan fungsi kuadrat dari waktu, dan grafik posisi gerak lurus berubah beraturan sebagai fungsi waktu berbentuk parabola.
19. Gerak vertikal merupakan salah satu contoh gerak lurus berubah beraturan. Gerak vertikal dapat dibedakan atas gerak vertikal menjauhi permukaan bumi (ke atas) dan gerak vertikal menuju ke permukaan bumi (ke bawah).
20. Sebuah benda yang bergerak vertikal mengalami percepatan gravitasi yang dapat dianggap tetap besarnya.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Materi yang Anda pelajari dalam kegiatan pembelajaran 3 ini merupakan konsep dasar/esensial yang terdapat dalam keseluruhan materi Gerak Benda. Terdapat kajian lebih lanjut yang dapat Anda pelajari lebih dalam lagi. Untuk itu silakan mengeksplorasi referensi lain selain yang dituliskan dalam daftar pustaka.

Setelah menyelesaikan soal latihan, 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 85%, silahkan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 85%, sebaiknya Anda ulangi kembali mempelajari kegiatan Pembelajaran 3 dengan kerja keras, kreatif, disiplin dan kerja sama.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

GAYA DAN HUKUM NEWTON



Hukum Gerak Newton merupakan pondasi mekanika klasik yang dijabarkan dalam tiga Hukum Fisika. Hukum ini menggambarkan hubungan antara gaya yang bekerja pada suatu benda dan gerak yang disebabkan. Sesuai dengan namanya, Hukum Newton dikemukakan oleh seorang ahli fisika, matematika, dan filsafat dari Inggris yang bernama **Sir Isaac Newton** (1643 – 1722).

Dalam kehidupan sehari-hari hukum-hukum Newton banyak dimanfaatkan dalam memecahkan permasalahan yang berkaitan dengan gaya dan gerak. Sebagai contoh, pembangunan rumah, gedung, atau jembatan harus memenuhi syarat-syarat kesetimbangan supaya bangunan dapat berdiri dengan baik. Jika syarat-syarat kesetimbangan tidak terpenuhi atau diabaikan, bangunan rumah, gedung, dan jembatan menjadi cepat roboh. Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa hukum-hukum Newton berkaitan erat dengan gerak dan gaya yang bekerja pada suatu benda.

Materi Hukum Newton di sekolah terdapat pada mata pelajaran fisika SMA. Pada Kurikulum 2013 disajikan di kelas X semester 1 dengan Kompetensi Dasar (KD) sebagai berikut, KD dari Kompetensi Inti 3 (KI 3) **Aspek Pengetahuan:** 3.4 *Menganalisis hubungan antara gaya, massa, dan gerakan benda pada gerak lurus.* KD dari KI 4 **Aspek Keterampilan:** 4.4 *Merencanakan dan melaksanakan percobaan untuk menyelidiki hubungan gaya, massa, dan percepatan dalam gerak lurus.*

Dengan demikian agar dapat mengajarkan materi besaran dan satuan kepada siswa, guru disarankan memiliki kompetensi terkait materi tersebut. Kompetensi guru yang akan dikembangkan melalui modul ini adalah: “20.1. Memahami konsep-



konsep, hukum-hukum, dan teori-teori fisika, serta penerapannya secara fleksibel”, dengan sub kompetensi “*Menjabarkan Hukum-hukum Newton pada gerak Benda*” 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 mempelajari modul ini diharapkan Anda dapat:

1. Menerapkan Hukum Newton tentang gerak pada gerak benda
2. Menganalisis pengaruh gaya terhadap gerak benda
3. Melakukan eksperimen terkait konsep Hukum Newton

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

Indikator ketercapaian yang diharapkan adalah Anda dapat:

1. Menjelaskan hukum-hukum Newton pada: benda di atas bidang datar, benda di atas bidang miring, dan tegangan tali benda,
2. Menentukan diagram gaya bebas pada benda yang dikenai gaya
3. Menggenarilasikan data hasil eksperimen terkait Hukum Newton

C. Uraian Materi

Dalam mekanika pembahasan mencakup konsep *statika*, *kinematika*, dan *dinamika*. Statika khusus mempelajari tentang gaya-gaya yang bekerja dalam suatu sistem yang setimbang (*dibahas pada modul Profesional B, Kegiatan Pembelajaran 2*). Pengelompokan konsep mekanika menjadi tiga kelompok bertujuan untuk memudahkan dalam pembahasannya.

Sejauh ini Anda sudah membahas bermacam-macam gerak dalam dua dimensi pada KP 3. Namun, ada yang kurang dalam pembahasan-pembahasan tersebut, yaitu Anda mempelajari gerak tanpa peduli dengan apa yang menyebabkan gerak itu terjadi. Anda mempelajari benda memiliki percepatan, tetapi Anda tidak pernah bertanya mengapa percepatan itu muncul.

Bidang fisika yang hanya mempelajari gerak tanpa mengindahkan penyebab munculnya gerak tersebut dinamakan **kinematika**. Dalam kinematika kita membahas benda yang tiba-tiba bergerak, tiba-tiba berhenti, tiba-tiba berubah kecepatan, tanpa mencari tahu mengapa hal tersebut terjadi. Pada KP 4 ini Anda



akan mempelajari gerak beserta penyebab munculnya gerak tersebut. Dalam fisika bidang ini dinamakan **dinamika**.

Bagian dari dinamika dengan lingkup kajian lebih sempit disebut sebagai dinamika partikel. Dalam dinamika partikel, benda yang ditinjau dipandang sebagai partikel dan oleh karena itu gerak benda yang ditinjau terbatas hanya gerak tranlasi saja.

1. Hukum-hukum Newton tentang Gerak

Hukum-hukum Newton tentang gerak merupakan awal dan sekaligus merupakan kerangka atau pilar-pilar utama dinamika khususnya, dan mekanika pada umumnya. Berkenaan dengan itu Newton dapat disebut sebagai arsitek mekanika, dan mekanika yang berkembang atas dasar hukum-hukum Newton tentang gerak ini disebut sebagai mekanika Newton atau mekanika klasik. Lingkup Mekanika Newton mempelajari benda-benda berukuran besar (makroskopik) dengan laju yang jauh lebih kecil dari laju cahaya.

Sir Issac Newton (1642–1727) mengemukakan tiga buah teorinya yang berkaitan erat dengan fenomena gaya dan gerak. Ketiga teorinya tersebut adalah:

a. Hukum I Newton

“Suatu benda akan berada dalam keadaan diam atau bergerak lurus beraturan selama tidak ada gaya yang bekerja pada benda tersebut”.

Teori pertama yang dikemukakan Newton tersebut secara matematis dapat dirumuskan dengan:

$$\sum \mathbf{F} = \mathbf{0} \quad (4.1)$$

Hukum I Newton dinamakan juga **hukum inersia** atau **kelembaman benda**. Arti fisis kelembaman ialah semua benda cenderung mempertahankan keadaannya, benda yang diam tetap diam dan benda yang bergerak, tetap bergerak dengan kecepatan tetap atau konstan.

Gejala fisis yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan Hukum I Newton adalah:

- 1) Badan terdorong ke belakang jika mobil yang diam tiba-tiba dijalankan.
- 2) Badan terdorong ke depan jika mobil yang kita tumpangi tiba-tiba direm.



b. Hukum II Newton

“Percepatan yang dimiliki oleh suatu benda berbanding lurus dengan besar gaya yang bekerja pada benda itu dan berbanding terbalik dengan massa bendanya “

Sebelum mengungkapkan hukum Newton II mari kita definisikan besaran yang namanya momentum yang merupakan perkalian dari massa dan kecepatan, yaitu:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{v} \quad (4.2)$$

keterangan:

P : momentum;
m : massa;
v : kecepatan

Hukum II Newton menyatakan bahwa laju perubahan momentum benda sama dengan gaya yang bekerja pada benda tersebut.

$$\vec{F} = \frac{dp}{dt} \quad (4.3)$$

Persamaan (4.3) dapat juga diungkapkan dalam bentuk lain. Kita dapat menulis

$$\vec{F} = \frac{m \cdot d\vec{v} + \vec{v} \cdot dm}{dt} = m \frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{v} \frac{dm}{dt} = m\vec{a} + \vec{v} \frac{dm}{dt} \quad (4.4)$$

Khusus untuk benda yang tidak mengalami perubahan massa selama bergerak maka $dm/dt = 0$, sehingga

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad (4.5)$$

keterangan:

F : gaya total yang bekerja pada benda, dijumlahkan secara vektor
m : massa;
a : percepatan

Persamaan (4.3) atau (4.4) merupakan hukum II Newton dalam bentuk paling umum. Ke dua persamaan tersebut diterapkan untuk kasus di mana massa benda berubah-ubah selama gerak atau tidak berubah. Massa benda yang berubah selama gerak dijumpai pada roket atau benda yang bergerak mendekati laju cahaya di mana efek relativitas sudah mulai muncul. Pada kecepatan tersebut massa benda bergantung pada kecepatannya. Untuk kondisi dimana massa benda tidak berubah terhadap waktu, maka persamaan (4.5) dapat langsung diterapkan.



Kita tinjau kembali persamaan 4.5. Jika percepatan benda nol atau benda dalam keadaan bergerak dengan kecepatan tetap, maka persamaan 4.5 akan kembali menghasilkan persamaan 4.1. Dengan demikian Hukum I Newton dapat merupakan kondisi khusus dari Hukum II Newton.

c. *Hukum III Newton*

“Jika pada sebuah benda diberikan sebuah gaya_(aksi), maka benda tersebut akan memberikan pula gaya_(reaksi) yang besarnya sama dengan gaya pertama tetapi arahnya berlawanan”

Teori ketiga yang dikemukakan Newton tersebut secara matematis dapat dirumuskan dengan:

$$\mathbf{F}_{\text{aksi}} = - \mathbf{F}_{\text{reaksi}}$$

Gejala fisis yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan Hukum III Newton adalah:

- 1) Pada peristiwa memasang paku: palu memberikan aksi pada paku, sedangkan paku memberikan reaksi terhadap palu.
- 2) Pada peristiwa benda yang digantung: benda menarik atau melakukan gaya aksi ke arah bawah terhadap tali, sebaliknya tali memberikan gaya reaksi ke arah atas terhadap benda.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemahaman hukum III Newton, yaitu:

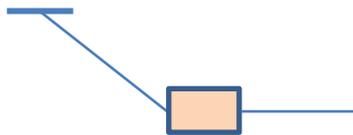
- Gaya aksi dan gaya reaksi selalu bekerja pada dua benda yang berbeda.
- Gaya aksi dan gaya reaksi arahnya selalu berlawanan.
- Gaya aksi dan gaya reaksi besarnya selalu sama.

Dalam kehidupan sehari-hari hukum-hukum Newton banyak dimanfaatkan dalam memecahkan permasalahan yang berkaitan dengan gaya dan gerak. Sebagai contoh, pembangunan rumah, gedung, atau jembatan harus memenuhi syarat-syarat kesetimbangan translasi supaya bangunan dapat berdiri dengan baik. Jika syarat-syarat kesetimbangan translasi tidak terpenuhi atau diabaikan, bangunan rumah, gedung, dan jembatan menjadi cepat roboh (pelajari modul B,KP-2). Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa hukum-hukum Newton berkaitan erat dengan gerak dan gaya yang bekerja pada suatu benda.



2. Diagram Gaya Bebas

Adalah diagram atau gambar yang menunjukkan gaya-gaya yang bekerja pada benda. Tujuan dari diagram benda bebas adalah untuk menggambarkan gaya-gaya yang bekerja pada benda/sistem. Penggambaran harus sekaligus menunjukkan besar dan arah gaya-gayanya. Berdasarkan gambar gaya-gaya tersebut akan dapat memudahkan dalam menentukan keadaan fisis benda/sistem. Perhatikan gambar berikut!



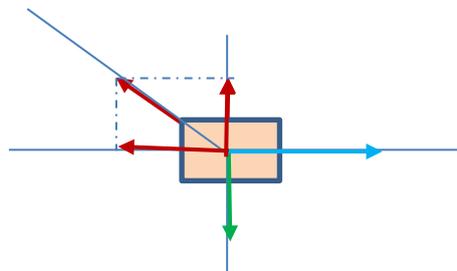
Untuk penyelesaian kasus seperti yang ditunjukkan gambar di atas dengan menggunakan diagram bebas benda dapat Anda lakukan langkah-langkah sebagai berikut.

Langkah-langkah:

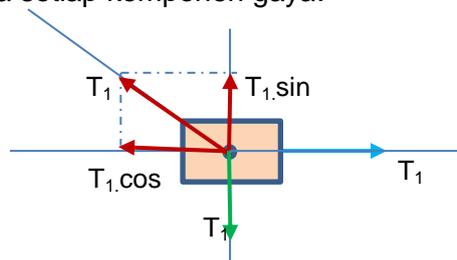
- 1) Amati situasi bendanya, berdasarkan gambar tersebut Anda menyatakan bahwa ada sebuah benda (balok) yang digantung dengan dua buah tali pada dinding. Tali yang pertama membentuk sudut; sedangkan tali yang kedua mendatar.
- 2) Buatlah pada benda satu titik sebagai pusat massanya.



- 3) Tentukan tanda panah sebagai komponen gaya yang bekerja pada benda.



- 4) Berikan notasi pada setiap komponen gaya.





- 5) Buatlah tanda panah yang berpangkal di titik pusat massa.
- 6) Tentukan tanda panah dibuat menunjukkan arah dan besar relatifnya.
- 7) Bedakan setiap tanda panah sebagai tanda untuk menunjukkan jenis gaya.
- 8) Tentukan persamaan gayanya dengan menggunakan:
 - a. $\sum F = 0$; jika benda dalam keadaan diam
 - b. $\sum F = m.a$; jika benda dalam keadaan bergerak
- 9) Tuliskan persamaan gaya yang bekerja pada benda secara lengkap.

Berdasarkan diagram gaya di atas, diperoleh:

$$\sum F_x = 0$$

$$T_2 - T_1 \cos \alpha = 0$$

$$T_2 = T_1 \cos \alpha = 0$$

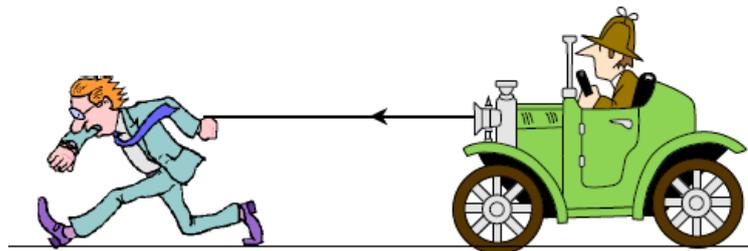
$$\sum F_y = 0$$

$$T_1 \sin \alpha - W = 0$$

$$T_1 = W / \sin \alpha$$

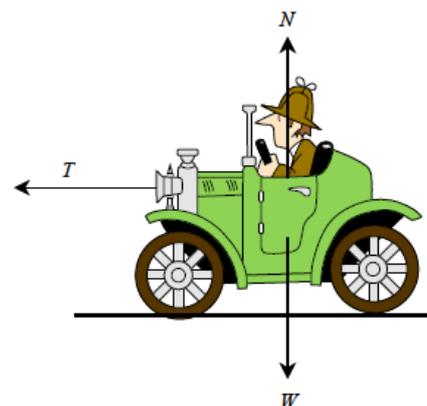
Contoh :

1. Sebuah benda berada di atas bidang datar yang licin ditarik ke kanan dengan gaya F.



Gaya-gaya yang bekerja pada benda adalah:

- Gaya berat (akibat gravitasi) yang arahnya ke bawah
- Gaya penahan yang dilakukan oleh lantai yang arahnya ke atas, tegak lurus lantai
- Gaya ini disebut gaya normal
- Gaya tarikan tali yang arahnya ke kanan

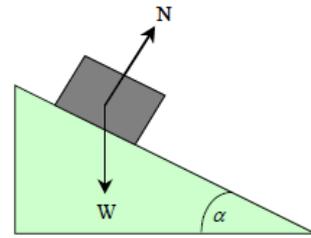




2. Sebuah balok berada di atas bidang miring yang licin dengan sudut kemiringan α terhadap bidang datar.

Gaya-gaya yang bekerja pada benda adalah:

- Gaya berat (akibat gravitasi) yang arahnya ke bawah
- Gaya normal yang tegak lurus bidang



3. Sebuah benda tergantung dengan dua buah tali yang membentuk sudut pada langit-langit.

Situasi bendanya:

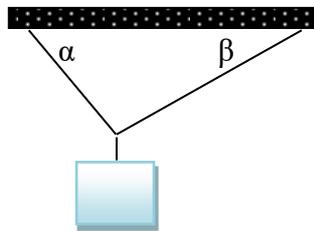
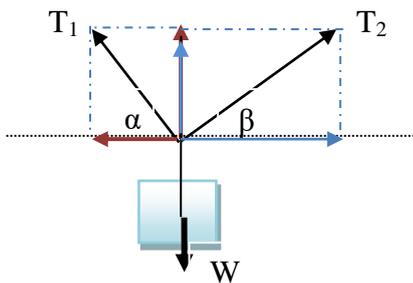


Diagram benda bebas:



Persamaan yang berlaku:

$$\Sigma F_x = 0$$

$$T_2 \cos \beta - T_1 \cos \alpha = 0$$

$$T_2 = T_1 \cos \alpha / \cos \beta$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$T_1 \cos \alpha + T_2 \cos \beta - W = 0$$

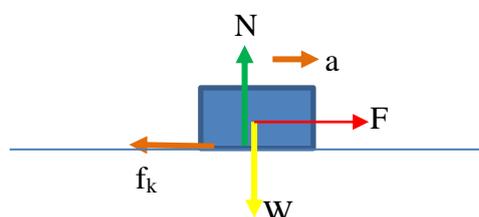
$$T_1 \cos \alpha + T_2 \cos \beta = W$$

4. Sebuah benda bergerak dengan percepatan di atas bidang datar kasar.

Situasi bendanya:



Diagram benda bebas:



Persamaan yang berlaku:

$$\Sigma F_x = m.a$$

$$F - f_k = m.a$$

$$a = (F - f_k) / m$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$N - W = 0$$

$$N = W$$

$$N = m.g$$



D. Aktivitas Pembelajaran

Setelah mengkaji materi tentang Hukum Newton, Anda dapat melakukan kegiatan *eksperimen* dan *non eksperimen* baik secara individu maupun berkelompok dengan hati-hati dan teliti yang petunjuknya disajikan dalam lembar kegiatan. Untuk kegiatan eksperimen, Anda dapat mencobanya mulai dari persiapan alat bahan, melakukan percobaan dan membuat laporannya. Sebaiknya Anda mencatat hal-hal penting untuk keberhasilan percobaan, agar berguna bagi Anda sebagai catatan untuk mengimplementasikan di sekolah.

LK- 4.1

Apa yang disebabkan oleh gaya?

Bahan:

- Bola

Langkah kerja:

1. Anggaplah bola dalam keadaan diam di atas lantai dan jawablah pertanyaan berikut:
Apakah ada gaya yang bekerja pada bola tersebut? Jika ada, gaya apa saja? Gambarkan sebuah diagram yang menunjukkan gaya-gaya yang bekerja pada bola tersebut.
2. Gelindingkan bola tersebut dengan mendorongnya. Deskripsikan gerakan bola tersebut!
3. Kemudian, gelindingkan bola secara perlahan. Ketika bola menggelinding di lantai, berikan dorongan dari belakang. Deskripsikan gerakan dan akibat dari dorongan tersebut!
Ketika Anda mendorong bola, apa yang Anda berikan kepada bola tersebut?
4. Ulangi langkah nomor 3. Kali ini, ketika bola sedang menggelinding, berikan dorongan yang berlawanan dengan arah gerakan bola.
5. Kemudian beri dorongan lagi kepada bola tersebut dengan arah tegak lurus dari arah geraknya (membentuk sudut 90°). Lalu jawablah pertanyaan berikut:
Apa yang terjadi pada gerak bola setelah diberikan dorongan tersebut? Dari percobaan tersebut, apa pengaruh gaya terhadap gerak suatu benda?
6. *Buatlah Kesimpulan Anda!*



LK- 4.2

Pesawat Atwood

Tujuan

Mengamati fenomena gaya dan percepatan dengan menggunakan pesawat Atwood.

Bahan:

- Tali
- Katrol
- Statif
- Anak timbangan

Langkah kerja:

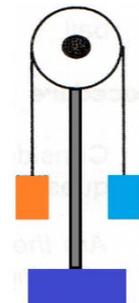
1. Ikat dua buah anak timbangan dengan massa yang sama menggunakan tali dan letakkan pada katrol. Atur agar kedua anak timbangan tersebut berada pada ketinggian yang sama seperti pada gambar LK-KP4.1. Kemudian prediksilah apa yang akan terjadi jika kedua anak timbangan tersebut tidak dipegang.
2. Tarik salah satu benda kemudian tahan pada posisi yang baru (gambar LK-KP4.2). Kemudian prediksilah apa yang akan terjadi jika kedua anak timbangan tersebut tidak dipegang. Biarkan alasan yang mendukung prediksi Anda.

Catatan:

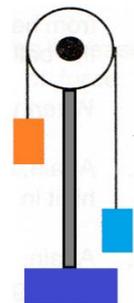
Jika Anda tidak memberikan prediksinya, Anda dapat menjawab pertanyaan seperti berikut:

Manakah dari pernyataan berikut ini yang paling sesuai dengan perkiraan Anda beserta alasannya?

- a. anak timbangan akan bergerak ke bawah karena gaya gravitasi pada posisi rendah lebih besar.
 - b. anak timbangan tidak akan bergerak karena tidak ada gaya total yang bekerja pada kedua anak timbangan tersebut.
 - c. anak timbangan akan bergerak ke atas dan kembali ke posisinya semula karena adanya energi potensial.
 - d. anak timbangan akan bergerak ke atas dan kembali ke posisinya semula karena posisi tersebut seimbang.
3. Ganti salah satu anak timbangan dengan massa yang lebih berat. Tahan kedua anak timbangan dengan tangan Anda pada ketinggian yang sama. Kemudian prediksi kembali apa yang akan terjadi ketika kedua anak timbangan tersebut dilepaskan.
 4. Buatlah kesimpulan percobaan!
 5. Buatlah generalisasi konsep penerapan Hukum II Newton hingga didapatkan persamaan percepatan benda pada pesawat Atwood tersebut.



Gambar LK-KP4.1.
set alat demonstrasi 1



Gambar LK-KP4.2.
set alat demonstrasi 2



LK- 4.3

Gaya dan Percepatan pada Pesawat Atwood

TUJUAN

Menyelidiki hubungan gaya dan percepatan dengan menggunakan pesawat Atwood.

Peralatan dan bahan

- Pesawat Atwood, 1 set
- Jam henti (*stopwatch*), 1 buah
- Beban tambah, 5 x 5 g

Pengantar Kegiatan

Hukum Newton kedua menyatakan bahwa percepatan suatu benda sebanding dengan jumlah gaya bersih yang bekerja pada benda dan berbanding terbalik dengan total massanya.

$$\bar{a} = \frac{\bar{F}_m}{m_T} \dots\dots\dots(1)$$

Pesawat atwood merupakan piranti untuk menyelidiki hubungan besaran-besaran yang ditunjukkan persamaan (1) tersebut. Pesawat Atwood terdiri atas dua buah massa yang dihubungkan dengan benang membentuk lup melalui puli, lihat gambar LK-KP4.3. Bila kita berikan satuan massa tambahan pada pesawat Atwood (Δm), percepatan menurun jatuh adalah diberikan oleh persamaan

$$\bar{a} = \frac{\Delta m}{m_T} \bar{g} \dots\dots\dots(2)$$

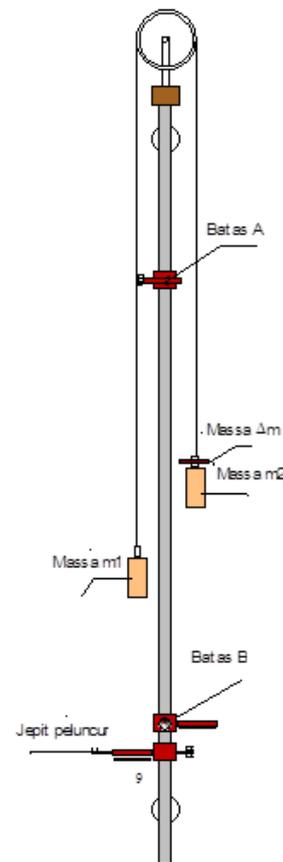
dimana:

$$\Delta m = m_2 - m_1$$

- m_1 = massa beban yang naik
- m_2 = massa beban yang turun
- $m_T = m_1 + m_2$ dan
- g = percepatan gravitasi

LANGKAH KEGIATAN

1. Siapkan semua peralatan seperti dalam daftar (pesawat Atwood sudah harus terpasang pada dinding tembok secara tegak).



Gambar LK-KP4.3. Pesawat Atwood



2. Tetapkan massa m_2 pada batas atas di A dan tetapkan pula jarak jangkauan gerakan massa m_2 ketika jatuh tepat di B sambil menetapkan pula kedudukan massa m_1 di jepit peluncur, lihat gambar 1.
3. Tambahkan massa $\Delta m = 5$ gram pada massa m_2 dan siapkan jam henti.
4. Lepaskan massa m_1 dengan cara membuka jepit peluncur. Amati gerakan massa m_2 dari A ke B dan catat berapa detik waktunya, dan tulis hasilnya dalam Tabel-1.

Tabel-1

Massa (Δm)	Jarak tempuh A ke B (cm)	Waktu tempuh A ke B (detik)	Kecepatan (m/det)
5	20	...	...
5	30	...	...
5	40	...	...
5	50	...	...
5	60	...	...
5	70	...	...
5	80	...	...
5	90	...	...
5	100	...	...

5. Ulangi kegiatan 3. dan 4. untuk massa Δm masing-masing seperti yang ada dalam Tabel-2Tabel-5 .

Tabel-2

Massa (Δm)	Jarak tempuh A ke B (cm)	Waktu tempuh A ke B (detik)	Kecepatan (m/det)
10	20	...	...
10	30	...	...
10	40	...	...
10	50	...	...
10	60	...	...
10	70	...	...
10	80	...	...
10	90	...	...
10	100	...	...

Tabel-3

Massa (Δm)	Jarak tempuh A ke B (cm)	Waktu tempuh A ke B (detik)	Kecepatan (m/det)
15	20	...	...
15	30	...	...
15	40	...	...
15	50	...	...
15	60	...	...
15	70	...	...
15	80	...	...
15	90	...	...
15	100	...	...



Tabel-4

Massa (Δm)	Jarak tempuh A ke B (cm)	Waktu tempuh A ke B (detik)	Kecepatan (m/det)
20	20	...	...
20	30	...	...
20	40	...	...
20	50	...	...
20	60	...	...
20	70	...	...
20	80	...	...
20	90	...	...
20	100	...	...

Tabel-5

Massa (Δm)	Jarak tempuh A ke B (cm)	Waktu tempuh A ke B (detik)	Kecepatan (m/det)
25	20	...	...
25	30	...	...
25	40	...	...
25	50	...	...
25	60	...	...
25	70	...	...
25	80	...	...
25	90	...	...
25	100	...	...

- Ulangi kegiatan 3. dan 4. untuk massa $\Delta m = 10$ g, $\Delta m = 15$ g dan masukkan pada Tabel-2 dan Tabel-3.
- Buatlah grafik hubungan kecepatan terhadap waktu untuk masing-masing data dalam Tabel-1, Tabel-2,Tabel-5.
- Carilah nilai percepatan a_1, a_2, \dots, a_5 dari masing-masing grafik yang diperoleh kegiatan 7, dan masukkan dalam Tabel-6.

Tabel-6:

Percepatan (a_1, a_2, \dots, a_5)	Δm	m_T *)	$F = \Delta m / m_T g$ **)
$a_1 = \dots$	5	200	...
$a_2 = \dots$	10	200	...
$a_3 = \dots$	15	200	...
$a_4 = \dots$	20	200	...
$a_5 = \dots$	25	200	...

*) ambil harga $g = 9,8$ m/det², **) $m_1 = m_2 = 100$ gram

- Buatlah grafik hubungan gaya F terhadap percepatannya a dari data Tabel-6, kemudian carilah persamaan hubungan F dan a dari grafik tersebut?

.....
.....



KESIMPULAN

Berikut adalah beberapa pertanyaan yang jawabannya merupakan kesimpulan anda selama melakukan percobaan.

1. Dari nilai percepatan yang diperoleh dari grafik yang anda buat diperoleh masing-masing percepatan (a_1, a_2, \dots, a_5) . Apakah harga (a_1, a_2, \dots, a_5) bervariasi berikan komentar atau jelaskan?

.....
.....

2. Dari persamaan yang anda peroleh pada kegiatan 9, bandingkan dengan Hukum II Newton, apakah persamaan yang anda peroleh mengikuti Hukum II Newton, atau Tidak. Jelaskan?

.....
.....

TINDAK LANJUT

Dapatkah pesawat Atwood digunakan untuk mengukur percepatan gravitasi di suatu daerah tertentu? Diskusikan bersama temanmu bagaimana caranya mencari percepatan gravitasi dari percobaan yang telah anda lakukan di atas?

.....
.....



LK-4.4

Gaya dan Percepatan pada Kereta Dinamika

Tujuan

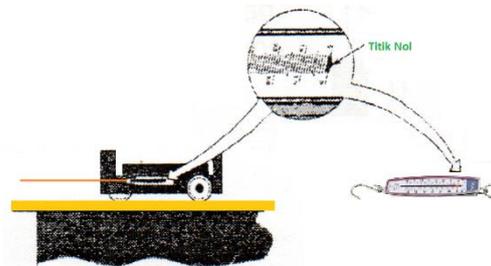
Menyelidiki hubungan antara gaya yang bekerja pada suatu benda dan percepatannya.

Bahan-bahan

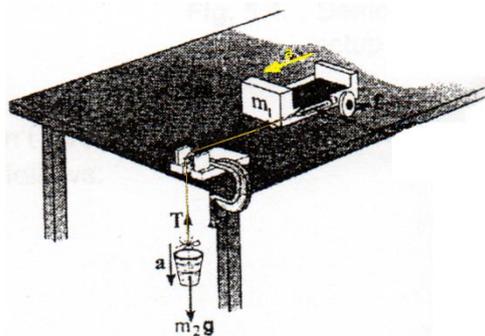
- Benang kasur
- Selotip bening
- Gelas *styrofoam*
- Kertas grafik
- *Ticker timer* dan pita kertas
- Perekat kertas
- Katrol
- Kereta dinamik
- Neraca pegas (skala Newton)
- Klem
- Anak timbangan
- Pasir

Langkah kerja

1. Tentukan massa kereta dinamik menggunakan neraca pegas. Tambahkan anak timbangan agar massa totalnya menjadi 2 kg.
2. Tempelkan neraca pegas pada pinggir kereta dinamik menggunakan selotip bening (gambar LK-KP4.4a). Pastikan posisi jarum menunjukkan angka "0 N" dan jarumnya masih bisa bebas bergerak.
3. Pasang alat seperti pada gambar LK-KP4.4b tetapi jangan dulu memasang pita kertas di belakang kereta dinamik. Pastikan benang kasur sejajar dengan permukaan meja.
4. Letakkan kereta dinamik sedekat mungkin dengan *ticker timer*. Masukkan pasir ke dalam gelas *styrofoam*. Lepaskan gelas tersebut hingga menarik kereta dinamik. Ketika kereta dinamik bergerak maju, usahakan membaca skala pada neraca pegas. Atur banyaknya pasir di dalam gelas sehingga kereta dinamik bergerak maju dengan gaya konstan sebesar 0,5 N.



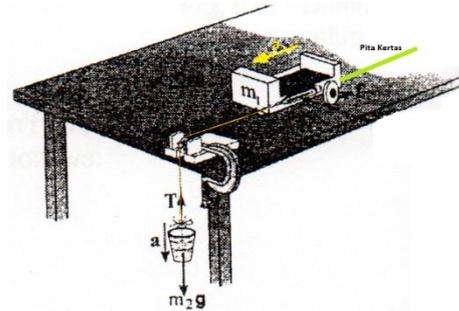
Gambar LK-KP4.4a. Neraca pegas menunjukkan angka 0 N.



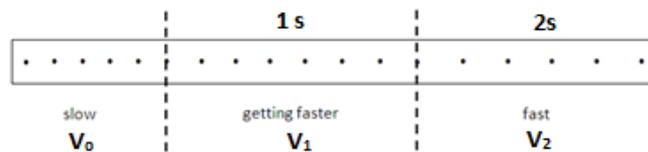
Gambar LK-KP4.4b. Set alat untuk percobaan sebelum dipasang pita kertas dan *ticker timer*



- Tempelkan pita kertas pada bagian belakang kereta dinamik. Biarkan ujungnya sehingga dapat bergerak melewati potongan kertas karbon.
- Tarik kembali kereta dinamik mendekati *ticker timer*. Nyalakan *timer* dan lepaskan kereta dinamik. *Timer* akan mencetak titik-titik pada pita kertas yang menunjukkan gerakan untuk $F_1 = 0,5 \text{ N}$.
- Lepaskan pita kertas tersebut dari kereta dinamik. Cari titik pertama yang paling jelas di sekitar ujung awal pita kertas dan buat garis yang melewati titik tersebut. Hitung dan beri garis pada setiap titik ke-6 dari titik sebelumnya.

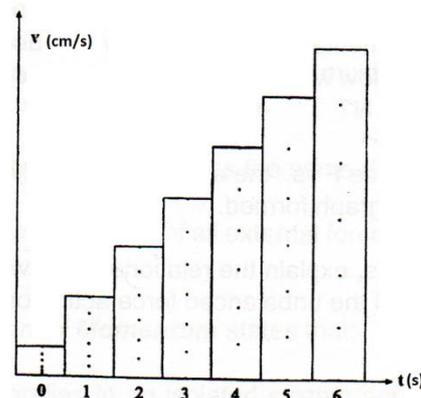


Gambar LK-KP4.4c. Set alat untuk percobaan setelah dipasang pita kertas dan *ticker timer*



Gambar LK-KP4.4d. Contoh pita kertas

- Potong pita kertas tersebut pada titik yang sudah diberi garis. Tempelkan potongan-potongan pita secara berurutan pada kertas grafik untuk membuat diagram pita dengan nilai $F = 0,5 \text{ N}$ seperti pada gambar LK-KP4.4e.
- Tambahkan lagi pasir ke dalam gelas *Styrofoam* sehingga gaya tariknya lebih besar dari $0,5 \text{ N}$. Caranya dengan melepaskan gelas berisi pasir agar menarik kereta dinamis dan atur jumlah pasir, tetapi tanpa ditempel pita kertas.



Gambar LK-KP4.4e. Contoh diagram pita

- Ulangi langkah 5 dan 6 untuk nilai $F = 1,0 \text{ N}$.
- Ulangi langkah 7 dan 8, dan buat diagram pita untuk $F_2 = 1,0 \text{ N}$. Apakah pengamatanmu membenarkan perkiraanmu?
- Lakukan lagi langkah 9 sampai 11 kemudian buat diagram pita untuk $F_3 = 1,5 \text{ N}$.

Analisis

- Menurut Anda, apa fungsi neraca pegas pada percobaan?
- Apa yang Anda lihat dari panjang potongan-potongan pita di langkah 8? Apa arti dari peningkatan panjang setiap pita kertas?



3. Berdasarkan diagram pita pada langkah 8, apa pendapat Anda tentang gerakan kereta dinamik tersebut?
 4. Perhatikan diagram pita untuk $F = 1,0$ N. Apa yang Anda lihat dari tinggi setiap “anak tangga”? Menurut Anda apa arti dari perbedaan tersebut?
 5. Bandingkan ketiga diagram pita. Jelaskan kemiripan dan perbedaan dari masing-masing diagram tersebut.
 6. Buat garis yang menghubungkan titik kedua dari setiap potongan pita. Hitung kemiringan garis diagonal yang terbentuk. Ini akan memberikan nilai percepatan rata-rata dari hasil percobaan (dalam satuan cm/s) untuk setiap diagram. Menurut Anda bagaimana percepatan antara kereta untuk $F = 0,5$ N, $F = 1,0$ N, dan $F = 1,5$ N?
 7. Buat grafik antara F terhadap percepatan rata-rata a dari kereta dinamik untuk F_1 , F_2 , dan F_3 . Jelaskan grafik yang terbentuk.
 8. Berdasarkan hasil percobaan, jelaskan hubungan antara percepatan gerak kereta dinamik dengan gaya yang bekerja padanya.



LK-4.5

Puzzle Hukum Newton**Tujuan**

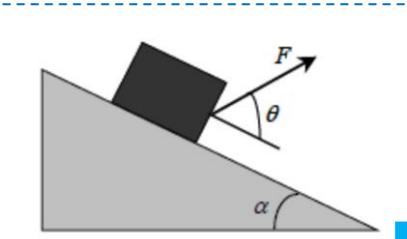
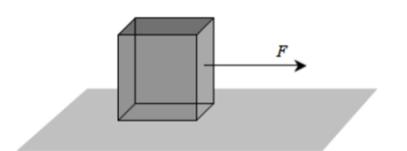
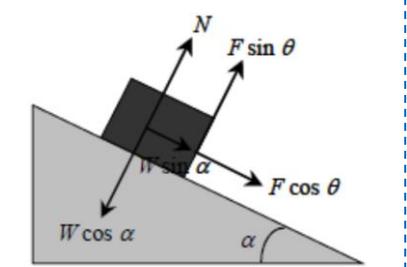
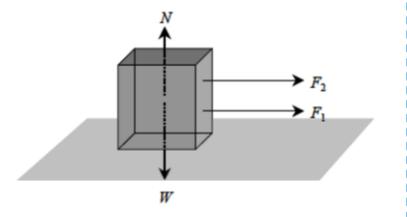
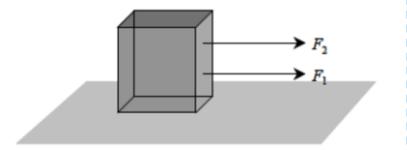
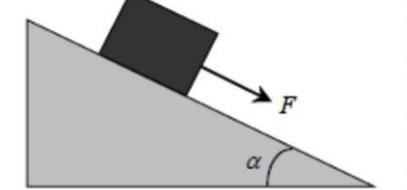
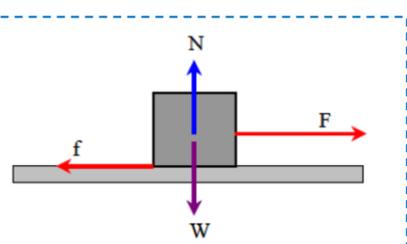
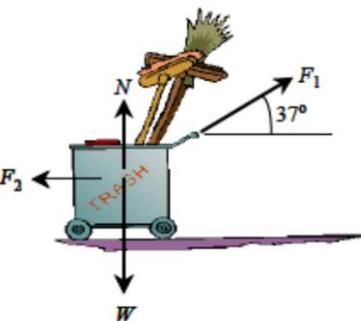
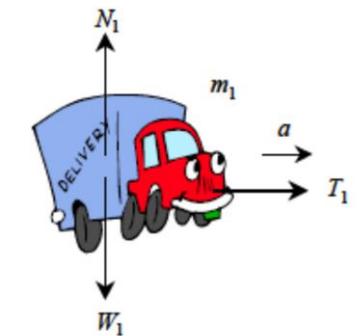
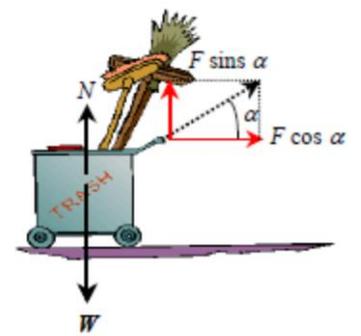
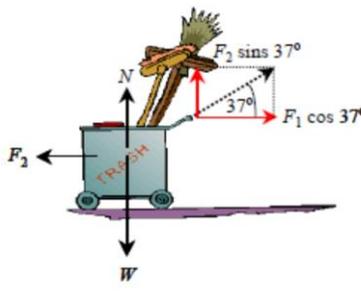
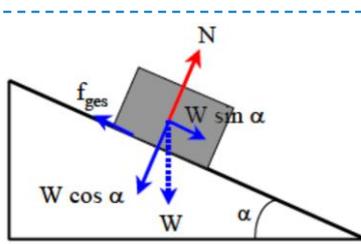
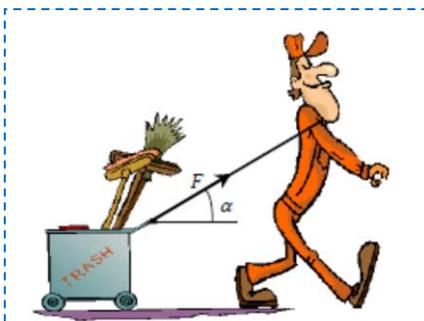
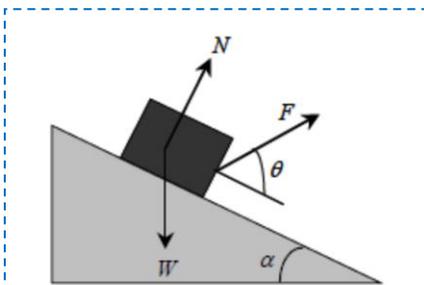
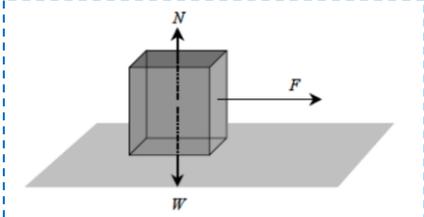
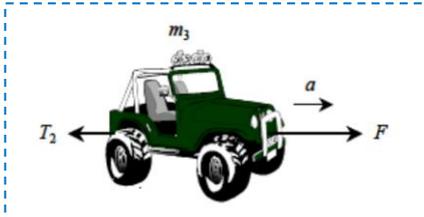
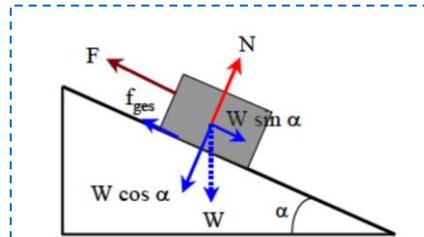
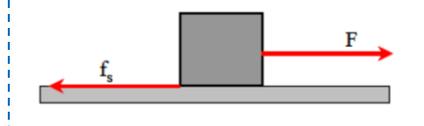
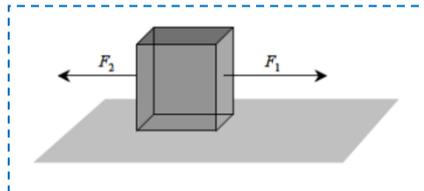
Pada akhir kegiatan ini, Anda harus dapat mengidentifikasi diagram gaya bebas yang bekerja pada suatu benda.

Bahan-bahan

• Kertas	• Meja	• Serbuk bedak
• Lem	• Solatif	• Balok kayu
• Gunting	• Tali	• Paku payung

Langkah kerja

- 1) Guntinglah gambar atau pernyataan yang berada pada kotak garis putus-putus yang disediakan.
- 2) Kelompokkanlah kotak-kotak gambar dan teks pernyataan tersebut menjadi satu kesatuan konsep yang utuh dengan cara menempelkan pada sisi permukaan kubus yang anda buat dari bahan karton dengan ukuran rusuk 10 cm.
Catatan: khusus untuk gambar diagram gaya berat, ditempel dengan menggunakan paku payung sedemikian rupa sehingga selalu tegak lurus mengarah ke pusat bumi
- 3) Tempelkan secara bersesuaian pada keempat sisi bidang kubus sehingga dapat terlihat oleh Anda.
- 4) Sisakan satu sisi kubus untuk tidak ditempel gambar maupun teks pernyataan. sisi kubus tersebut menjadi bagian paling bawah untuk dijadikan bidang gerak.
- 5) Sedangkan sisi bagian atasnya ditempelkan nama kategorisasi keadaan pergerakan benda.
- 6) Tempelkan tali dengan menggunakan solatif pada salah satu pusat sisi kubus sesuai dengan penjelasan jumlah gaya yang bekerja.
- 7) Khusus untuk gaya berat (W), gunakan tali yang telah diberi beban sebuah batu kerikil. Tali tersebut digantung pada sebuah paku payung yang akan ditempelkan di pusat salah satu sisi kubus.
- 8) Siapkan sebuah meja sebagai bidang gerak benda.
Untuk gerak benda pada bidang datar licin, taburkanlah serbuk bedak di atas meja, dan untuk bidang miring angkatlah salah satu ujung meja kemudian ganjal kedua kaki meja yang terangkat dengan balok kayu.
- 9) Khusus untuk gaya normal bidang (N), tempelkan dengan menggunakan lem pada salah satu sisi kubus yang lain.
- 10) Demonstrasikan pergerakan benda tersebut sesuai penjelasan pada teks yang anda tempelkan pada setiap kubus.



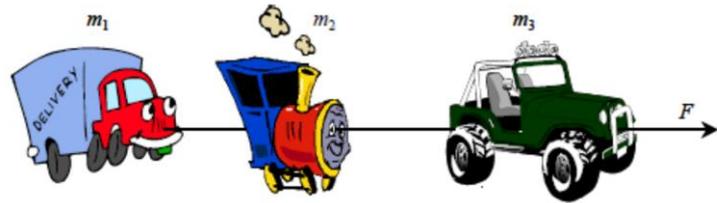
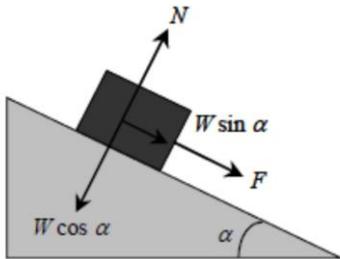


Diagram gaya bebas yang bekerja pada balok hanyalah gaya tarik F , gaya berat W , dan gaya normal yang dilakukannya N . Gaya netto dalam arah vertikal nol karena $N = W$ sehingga tidak ada percepatan dalam arah vertikal. Gaya netto dalam arah horizontal adalah F sehingga percepatan dalam arah horizontal adalah $a = \frac{\sum F}{m}$

ada beberapa gaya yang bekerja pada benda secara serentak maka untuk menghitung percepatan, kita hitung terlebih dahulu gaya total yang bekerja pada benda. Gaya total yang bekerja pada benda $F = F_1 + F_2$

Gaya total dalam arah vertikal nol karena gaya N dan W sama besar sehingga tidak ada percepatan dalam arah vertikal. Gaya netto dalam arah horizontal adalah $F_1 + F_2$. Dengan demikian percepatan benda dalam arah horizontal adalah $a = \sum F / m = (F_1 + F_2) / m$

gaya total dalam arah vertikal tetap nol sedangkan gaya total dalam arah horizontal adalah $F_1 - F_2$. Dengan demikian percepatan benda dalam arah horizontal adalah $a = \sum F / m = (F_1 - F_2) / m$

Gaya F dapat diuraikan atas dua komponen yang searah dan tegak lurus bidang datar. Komponen F yang sejajar bidang datar adalah $F \cos \alpha$, dan yang tegak lurus bidang datar adalah $F \sin \alpha$

Gaya total arah horizontal yang bekerja pada benda adalah $\sum F = F \cos \alpha$, sehingga percepatan benda arah horizontal adalah $a = \frac{F \cos \alpha}{m}$

Gaya total arah vertikal yang bekerja pada benda $\sum F = F \sin \alpha + N - W$

Jika benda belum bergerak dalam arah vertikal maka $\sum F = 0$, sehingga $F \sin \alpha + N - W = 0$. Kondisi ini dipenuhi jika $F \sin \alpha < W$ yaitu komponen gaya F arah vertikal lebih kecil daripada berat benda.

Jika benda sudah mulai bergerak dalam arah vertikal maka $N = 0$ sehingga gaya arah vertikal yang bekerja pada benda adalah $\sum F = F \sin \alpha - W$. Kondisi ini dipenuhi jika $F \sin \alpha > W$. Percepatan benda arah vertikal adalah $a = (F \sin \alpha - W) / m$

uraikan gaya W atas komponen gaya yang sejajar bidang miring ($W \sin \alpha$) dan tegak lurus



bidang ($W \cos \alpha$)
Gaya total arah sejajar bidang adalah $\sum F = W \sin \alpha + F$, Akibatnya percepatan benda dalam arah sejajar bidang adalah $a = \frac{\sum f}{m} = \frac{w \sin \alpha + f}{m}$
Gaya total arah tegak lurus bidang adalah nol karena benda tidak bergerak dalam arah tegak lurus bidang. $\sum F = N - W \cos \alpha = 0$
Untuk menentukan percepatan benda, kita uraikan gaya F dan gaya berat W atas komponen-komponen yang sejajar dan tegak lurus bidang miring. ganti F dengan $F \cos \theta$ yang sejajar bidang miring dan $F \sin \theta$ yang tegak lurus bidang miring. Ganti W dengan $W \sin \alpha$ yang sejajar bidang miring dan $W \cos \alpha$ yang tegak lurus bidang miring
Gaya total arah sejajar bidang adalah $\sum F = F \cos \alpha + W \sin \alpha$, sehingga percepatan benda dalam arah sejajar bidang memenuhi $a = \frac{\sum F}{m} = (F \cos \alpha + W \sin \alpha)/m$
Gaya penggerak arah tegak lurus bidang adalah $F \sin \theta$.
Jika $F \sin \theta < W \cos \alpha$ maka benda tidak bergerak dalam arah tegak lurus bidang, Sebaliknya jika $F \sin \theta > W \cos \alpha$ maka benda bergerak dalam arah tegak lurus bidang dengan percepatan $a = \frac{F \sin \theta - W \cos \alpha}{m}$
Benda bermassa m_1 , m_2 , dan m_3 dihubungkan dengan tali. Benda m_3 ditarik dengan gaya mendatar F . Percepatan ketiga benda sama besarnya (karena dihubungkan oleh tali), yaitu $a = \frac{F}{m_1 + m_2 + m_3}$
Tegangan tali yang menghubungkan benda m_1 dan m_2 berbeda dengan tegangan tali yang menghubungkan benda m_2 dan m_3 . Coba kita selidiki benda m_1 . Gaya mendatar yang bekerja pada benda ini hanya tegangan tali yang menghubungkannya dengan m_2 .
Lihat komponen gaya arah mendatar. Gaya mendatar, T_1 , menghasilkan percepatan a , sehingga terpenuhi $T_1 = m_1 a$
Menentukan tegangan tali yang menghubungkan benda m_1 dan m_2 , coba kita isolasi benda m_3 . Gaya mendatar yang bekerja pada benda adalah tegangan tali T_2 yang arahnya ke kiri dan gaya tarik F yang arahnya ke kanan.
Gaya total arah mendatar yang bekerja pada benda m_3 adalah $F - T_2$. Dengan adanya percepatan a maka terpenuhi $F - T_2 = m_3 a$ yang menghasilkan tegangan tali $T_2 = F - m_3 a$
Gaya total yang bekerja pada benda adalah $F - f_s$. Jika benda belum bergerak maka $F - f_s = 0$ atau $F = f_s$
Selama benda belum bergerak maka gaya gesekan sama dengan gaya yang diberikan pada benda.
Jika gaya yang diberikan diperbesar terus maka gaya gesekan pun makin besar (selama benda masih tetap bergerak) karena kedua gaya tersebut saling meniadakan, sampai suatu saat benda tepat bergerak. Pada saat benda tepat mulai bergerak, gaya gesekan tidak sanggup lagi mengimbangi gaya tarik yang diberikan. Ketika benda sudah bergerak gaya gesekan tetap ada, tetapi nilainya berbeda.



Gaya yang diperlukan untuk mempertahankan benda yang bergerak agar tetap bergerak lebih kecil daripada gaya yang diperlukan untuk memulai gerakan sebuah benda

Benda di atas bidang datar

Benda dikenai gaya mendatar F_1 dan F_2 yang searah

Gaya yang bekerja pada benda berlawanan arah. Dua gaya yang berlawanan arah yang bekerja pada benda secara bersamaan

Gaya yang arahnya tidak horisontal

Benda di atas bidang miring

Benda berada di atas bidang miring yang licin

Benda ditarik dengan gaya F yang membentuk sudut θ dengan arah kemiringan bidang

Tegangan Tali

Beberapa benda dihubungkan dengan tali dan ditarik dengan gaya ke kanan

Gaya Gesekan pada bidang datar

Diagram gaya pada benda saat benda belum bergerak

Gaya Gesekan pada bidang miring

Karakter Mandiri

Pernahkah Anda mengamati mobil yang diparkir dengan bannya diganjol sebangkah batu agar tidak bergeser?. Bongkahan batu itu efektif menahan mobil agar tidak bergeser. Ketika pertama kali mobil itu didorong, mobil itu akan sulit melaju setelah bongkahan batu itu disingkirkan terlebih dahulu. Namun, ketika mobil sudah melaju dengan kecepatan tertentu apabila dihambat oleh bongkahan batu yang sama maka mobil akan tetap melaju melewati bongkahan batu itu, bongkahan batu itu menjadi tidak akan ada artinya sebagai penghambat. Inilah salah satu bentuk kelembaman benda seperti yang dijelaskan pada Hukum I Newton

Dari hukum ini kita bisa simpulkan, bagian tersulit adalah memulai sesuatu. Ketika hal yang dimulai sudah sering kita lakukan maka akan menjadi suatu kebiasaan yang akan melekat dan sulit untuk di hentikan. Maka selalu pastikan apa yang kita lakukan adalah hal yang baik, agar kita selalu melaju menuju kebaikan dan sulit untuk dihentikan dan bukan sebaliknya. Begitupun ketika kita ingin mengejar suatu cita-cita, jika kita hanya berdiam diri, kita akan tetap diam dan impian itu tidak akan terwujud. Sebaliknya jika kita tergerak untuk bekerja keras ditambah dengan selalu mencari kreatifitas akan menjadi gaya dorong kita untuk mewujudkan cita-cita tersebut.

Karakter Religius dan Integritas

Hukum III Newton mengatakan bahwa gaya aksi sama dengan gaya reaksi ($F_{aksi} = - F_{reaksi}$). Apa yang kita tanam, begitulah yang akan kita tuai. Apa yang kita beri, itu pula yang akan kita terima. Artinya jika kita berbuat baik maka kita akan memperoleh kebaikan, sebaliknya jika kita berbuat hal buruk maka kita akan memperoleh keburukan. Dengan demikian dalam menyelesaikan masalah hindarilah melakukan kekerasan terutama terhadap sesama manusia.



E. Latihan/Kasus/Tugas

a. Latihan Soal

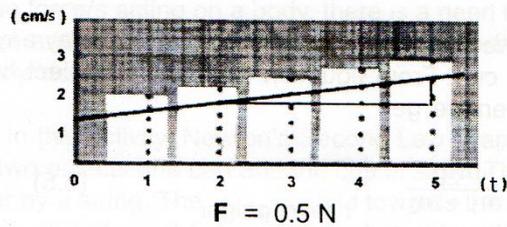
Setelah mempelajari materi Hukum Newton, silahkan Anda mencoba mengerjakan latihan soal secara mandiri selanjutnya diskusikan dalam kelompok. Kumpulkan hasil kerja tepat waktu sesuai jadwal yang ditentukan.

1. Tuliskan lima contoh penerapan konsep hukum-hukum Newton dalam kehidupan sehari-hari.
2. Lengkapilah tabel berikut ini sehingga menjadi lengkap

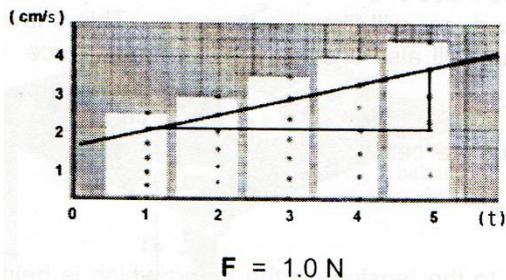
No.	Situasi Benda	Sketsa Fisis	Sketsa gerak	Diagram bebas benda	Persamaan
a.	Benda tergantung pada dinding dan langit-langit dan dindiang menggunakan dua tali. Satu tali mendatar; yang lainnya membentuk sudut				
b.					$\Sigma F_x = 0$ $\Sigma F_y = 0$ $T - W = 0$ $T = W$
c.					
d.			 $v = \text{tetap}$ $a = 0$		
e.	Benda berada di atas bidang miring				



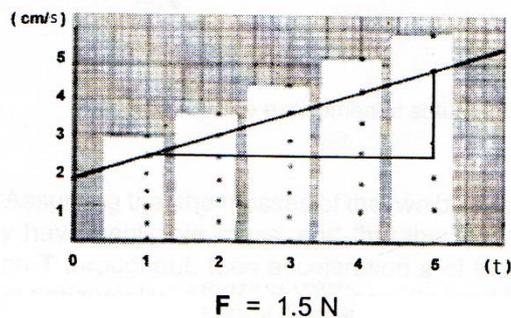
3. Apa yang dapat Anda analisis dari data hasil percobaan neraca pegas pada kereta dinamika dengan menggunakan pita kertas dan *ticker timer* berikut ini.



$$a = \frac{2.4 - 1.7}{3} = 0.23 \text{ cm/s}^2$$



$$a = \frac{3.7 - 2.0}{4} = 0.425 \text{ cm/s}^2$$



$$a = \frac{5.0 - 0.65}{4} = 0.625 \text{ cm/s}^2$$

4. Sebuah kotak bermassa 20 kg diam di atas meja. (a) berapa berat kotak dan gaya normal yang bekerja padanya? (b) Kotak bermassa 10 kg diletakkan di atas kotak bermassa 20 kg. Berapa gaya normal yang bekerja pada kotak 20 kg dan gaya normal pada kotak 10 kg yang dilakukan kotak bermassa 20 kg?
5. Sebuah mobil *Trust SSC* memecahkan rekor kecepatan di darat yang paling tinggi di tahun 1997.





Massa mobil adalah 1.10^4 kg. Selama 12 detik waktu yang dijalani mobil terdapat dua tahapan percepatan yang dihasilkan. Tahap pertama dimulai dari waktu nol sampai 4 detik menghasilkan kecepatan 44 m/s dan tahap kedua dari waktu 4 detik sampai 12 detik menghasilkan kecepatan 280 m/s. Jelaskan bagaimana Anda dapat memecahkan persoalan jarak total yang dapat ditempuh mobil tersebut untuk mencapai kecepatan 280 m/s.

b. Tugas Pengembangan Soal

Pada tugas pengembangan soal ini Anda diminta untuk membuat soal UN/USBN berdasarkan kisi-kisi yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. Soal yang dikembangkan disesuaikan dengan kurikulum yang digunakan oleh sekolah Anda (Kurikulum 2006 atau Kurikulum 2013) dengan materi sesuai dengan materi yang dibahas pada Kegiatan Pembelajaran 4 ini.

Prosedur Kerja

1. Pelajari kembali bahan bacaan berupa Modul Pengembangan Instrumen Penilaian di Modul G Kelompok Kompetensi Pedagogik.
2. Pelajari kisi-kisi yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan seperti pada Lampiran 2 dan 3.
3. Buatlah kisi-kisi soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari sesuai format berikut pada Lampiran 4. (Sesuaikan dengan kurikulum yang berlaku di sekolah anda).
4. Berdasarkan kisi-kisi di atas, buatlah soal UN/USBN pada lingkup materi yang dipelajari pada modul ini.
5. Kembangkan soal-soal level *Higer Orther of Thinking skill's* HOTS.
6. Bentuk soal yang dikembangkan berupa Pilhan Ganda (PG) dan essay, masing-masing 3 soal.
7. Masing-masing soal dibuat dalam kartu soal seperti pada Lampiran 5 dan 6.
8. Sebagai acuan pengembangan soal yang baik Anda dapat menelaah soal tersebut secara mandiri atau dengan teman sejawat dengan menggunakan instrumen telaah soal seperti terlampir pada Lampiran 7 dan 8.



F. Rangkuman

1. Dinamika membahas gerak benda dan mengkaitkannya dengan karakteristik benda dan gaya-gaya yang menyebabkan gerak itu.
2. Dalam dinamika partikel, benda yang ditinjau dipandang sebagai partikel dan oleh karena itu gerak benda yang ditinjau terbatas hanya gerak translasinya saja.
3. Mekanika yang berkembang atas dasar hukum-hukum Newton tentang gerak sering disebut sebagai mekanika Newton.
4. Mekanika Newton ini mempelajari benda-benda berukuran besar (makroskopik) dengan laju yang jauh lebih kecil dari laju cahaya, karena itu berdasarkan jangkauan kajian ini, mekanika Newton juga sering disebut sebagai mekanika klasik.
5. Setiap benda memiliki sifat cenderung untuk mempertahankan keadaannya (diam atau bergerak), sifat ini disebut sebagai kelembaman. Massa kelembaman suatu benda merupakan ukuran kemudahan benda untuk bergerak karena pengaruh gaya yang bekerja pada benda itu.
6. Gaya merupakan penyebab gerak (mengakibatkan perubahan posisi atau perubahan kecepatan benda yang dikenainya).
7. Jika massa benda tetap maka percepatan yang dialami benda besarnya sebanding dengan besar gaya yang bekerja pada benda itu dan arahnya sama dengan arah gaya.
8. Jika gaya yang bekerja pada benda tetap, maka besarnya percepatan benda itu berbanding terbalik dengan massa benda.
9. Untuk setiap (gaya) aksi selalu ada (gaya) reaksi yang besarnya sama dan arahnya berlawanan.
10. Gaya merupakan bentuk interaksi antara sebuah benda dengan benda-benda lain disekitarnya. Tidak ada gaya yang berdiri sendiri.



G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

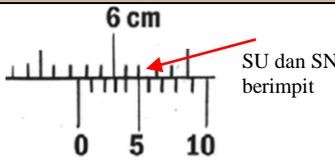
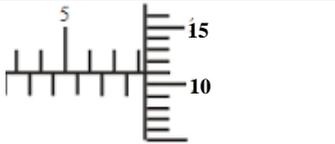
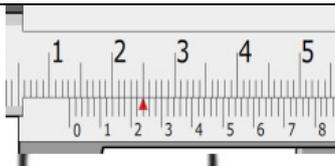
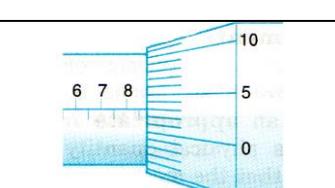
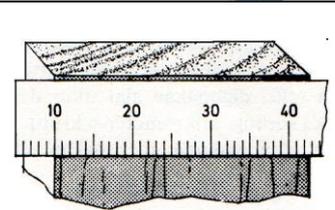
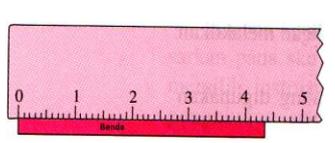
Materi yang Anda pelajari dalam kegiatan pembelajaran 4 ini merupakan konsep dasar/esensial yang terdapat dalam keseluruhan materi Hukum Newton. Terdapat kajian lebih lanjut yang dapat Anda pelajari lebih dalam lagi. Untuk itu silakan mengeksplorasi referensi lain selain yang dituliskan dalam daftar pustaka.

Setelah menyelesaikan soal latihan, 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 85%, silahkan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 85%, sebaiknya Anda ulangi kembali mempelajari kegiatan Pembelajaran 4 dengan kerja keras, kreatif, disiplin dan kerja sama.

KUNCI JAWABAN LATIHAN/KASUS/TUGAS

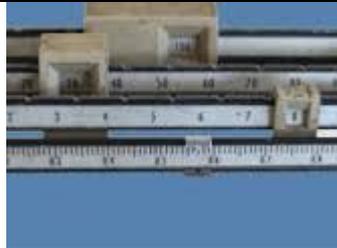
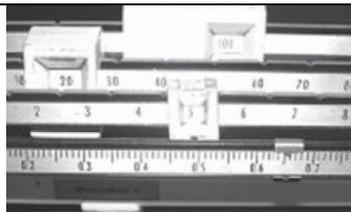
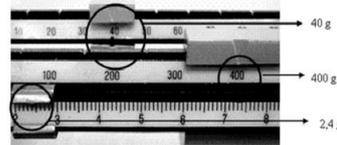
A. Kegiatan Pembelajaran 1: Besaran dan Satuan

1) Alat Ukur Panjang

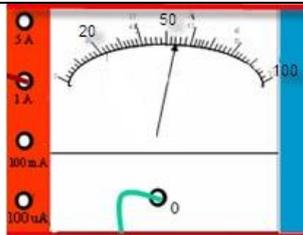
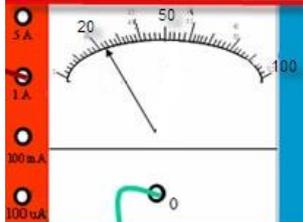
No.	Gambar jangka sorong/ mikrometer sekrup	Hasil	
		Pembacaan	Perhitungan
1		Skala utama: 5,7 cm Skala nonius: 5	(Ketelitian JS = 0,01 cm) (Ketidakpastian = 0,005 cm) $HP = 5,7 + (5 \times 0,01)$ $= 5,75 \text{ cm}$ Pelaporan = $(5,750 \pm 0,005) \text{ cm}$
2		Skala utama: 8,0 mm Skala nonius: 11	(Ketelitian MS = 0,01 mm) (Ketidakpastian = 0,005 mm) $HP = 8,0 + (0,01 \times 11)$ $= 8,11 \text{ mm}$ Pelaporan = $(8,110 \pm 0,005) \text{ mm}$
3		Skala utama: 1,3 cm Skala nonius: 2,4	(Ketelitian JS = 0,02 cm) (Ketidakpastian = 0,01 cm) $HP = 1,3 + (2,4 \times 0,02)$ $= 1,348 \text{ cm}$ Pelaporan = $(1,348 \pm 0,01) \text{ mm}$
4		Skala utama: 8,5 mm Skala nonius: 3	(Ketelitian MS = 0,01 mm) (Ketidakpastian = 0,005 mm) $HP = 8,5 + (3 \times 0,01)$ $= 8,53 \text{ mm}$ Pelaporan = $(8,53 \pm 0,05) \text{ mm}$
5		Skala utama: (40,3 – 10) cm : 30,3 cm	(Ketelitian = 1 mm) (Ketidakpastian = 0,05 cm) $HP = 30,3 \text{ cm}$ Pelaporan = $(30,3 \pm 0,05) \text{ cm}$
6		Skala utama: 4,3 cm	(Ketelitian = 1 mm) (Ketidakpastian = 0,05 cm) $HP = 4,35 \text{ cm}$ Pelaporan = $(4,35 \pm 0,05) \text{ cm}$



2) Alat Ukur Massa

No.	Gambar Lengan Neraca	Penunjukkan anak timbangan				Massa Benda (gram)
		ratusan	puluhan	satuan	ketelitian	
1		100	30	8	0,57	
2						126,66
3		300	70	5,4	-	375,4
4		100	50	2	0,2	152,2
5		400	40	2,4	-	

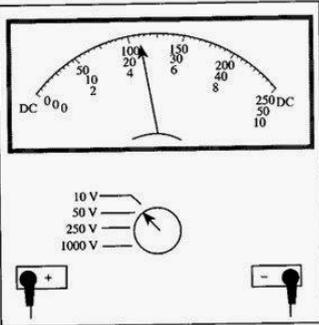
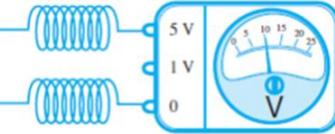
3) Alat Ukur Arus Listrik

No	Gambar Amperemeter	Kuat Arus Listrik	
		Hasil Pembacaan	Perhitungan
1		Hasil = 8 A	Perhitungan = $(8/100) \times 5 \text{ A}$ = 0,4 A
2		Hasil = 54 A	
3			Perhitungan = $(22/100) \times 1 \text{ A}$ = .0,22 A



4		Hasil = 2,4 A	
5		Hasil = 20 mA	Perhitungan = $(20/50) \times 25 \text{ mA}$ = 10 mA

4) Alat Ukur Tegangan Listrik

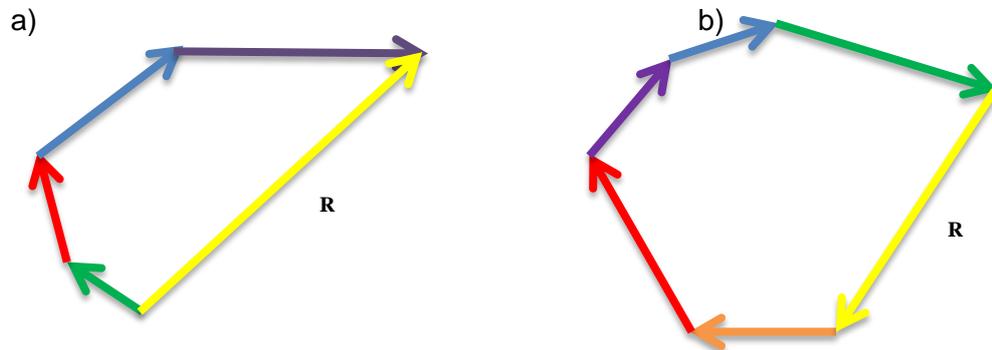
Perc	Gambar Voltmeter	Tegangan	
		Hasil Pembacaan	Perhitungan
1		Hasil = 25 Volt	Perhitungan = $(250/50) \times 25 \text{ V}$ = 125 V
2		Hasil = 22 Volt	Perhitungan = $(22 / 50) \times 50$ = 22 .V DC
3		Hasil = 40 Volt	Perhitungan = $(40 / 100) \times 5 \text{ V}$ = .2 V
4		Hasil = 10 Volt	Perhitungan = $(10/25) \times 5 \text{ V}$ = 2 V
5		Hasil = 240 Volt AC	Perhitungan = $(250/250) \times 240 \text{ VAC}$ = 240 VAC

- 5) Pembacaan yang benar 2,53 cm. Pengamatan alat ukur harus tegak lurus.
- 6) Timbangan B tepat untuk mengukur daging ayam, sedangkan timbangan A lebih tepat untuk mengukur berat cabai merah.
- 7) Hambatan shunt $R_{sh} = 0,05 \text{ ohm}$ dan besarnya hambatan ampermeter shunt (R_m') = 0,05 ohm
- 8) Pada batas ukur 50 V, $V_{dm} = 17,9 \text{ volt}$; Pada batas ukur 5 V, $V_{dm} = 5 \text{ volt}$



B. Kegiatan Pembelajaran 2: Vektor dan Saklar

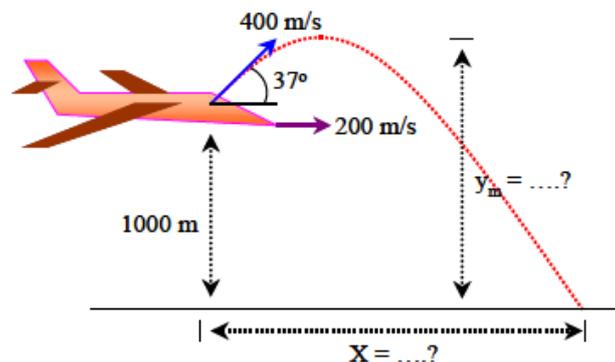
1) Resultan gayanya dengan menggunakan metoda polygon



- 2) Besar kecepatan adalah 3.61 m/s dengan arah $33,7^\circ$
- 3) Resultan perpindahannya adalah 30 km dengan arah $38,5^\circ$
- 4) Besar kecepatan rata-rata adalah 11,2 meter/menit dengan arah $26,6^\circ$
- 5) (a) $\mathbf{a}_{\text{rata-rata}} = 12 \text{ km/jam.detik } \mathbf{j} - 12 \text{ km/jam.detik } \mathbf{i}$, (b) Besar percepatan rata-rata adalah 17 km/jam.detik

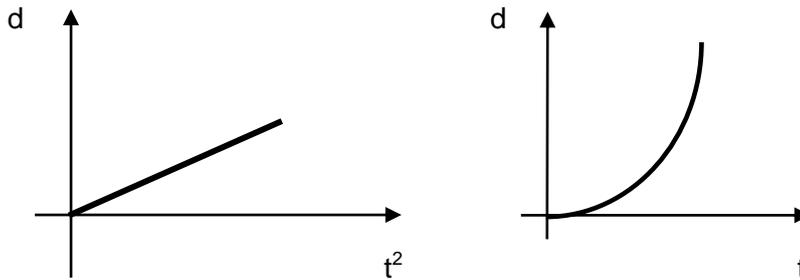
C. Kegiatan Pembelajaran 3: Gerak Benda

1. Bentuk lintasan point B
2. Berdasarkan informasi soal kita peroleh:



Ketinggian awal peluru $y_0 = 1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$ Sudut elevasi peluru menurut pilot: $\phi = 37^\circ$ Laju pesawat (arah horizontal) $u = 200 \text{ m/s}$ laju awal peluru terhadap pesawat $w_0 = 400 \text{ m/s}$, maka jarak adalah: **$X = 26.962 \text{ meter}$**

3. a). $0,33 \text{ m/s}^2$, b) $8,12 \text{ s}^2$, c) $0,38 \text{ m/s}^2$,
grafik yang dapat dibuat berdasarkan data tersebut adalah:



4. Kecepatan semut satu 15 cm/sekon, kecepatan semut kedua 8,66 cm/sekon, kecepatan semut ketiga 12,07 cm/s dan kecepatan rata-rata ketiga ekor semut tersebut adalah sama, yaitu 8,66 cm/sekon.
5. Mobil A dan Z akan berjalan bersamaan setelah keduanya bergerak selama 15 sekon pada posisi 120 meter dari garis *start*.
6. Arah gerak benda maju mundur, dengan jarak 28 meter dari posisi titik nol pada 5 detik pertama, dan kembali ke posisi 3 meter di sebelah kanan titik nol pada 5 detik kedua.
7. Sejak mulai dilemparkan, benda akan menumbuk permukaan tanah setelah ia bergerak selama 6,61 detik

D. Kegiatan pembelajaran 4: Hukum Newton

1. Memasang paku menggunakan palu, mobil bergerak pada bidang datar, orang mendorong peti, konstruksi jembatan, konstruksi bangunan.
2. Melengkapi tabel

No.	Situasi Benda	Sketsa Fisis	Sketsa gerak	Diagram bebas benda	Persamaan
a.	Benda tergantung pada dinding dan langit-langit dengan tali. Satu tali mendatar; yang lainnya membentuk sudut		 $v = 0$ $a = 0$		$\Sigma F_y = 0$ $T \sin \alpha - w = 0$ $T \sin \alpha = w$ $\Sigma F_x = 0$ $T \cos \alpha - T_1 = 0$ $T \cos \alpha = T_1$



No.	Situasi Benda	Sketsa Fisis	Sketsa gerak	Diagram bebas benda	Persamaan
b.	Benda tergantung bebas		 $v = 0$ $a = 0$		$\Sigma F_x = 0$ $\Sigma F_y = 0$ $T - W = 0$ $T = W$
c.	Benda terletak pada bidang miring dan terikat pada tonggak		 $v = 0$ $a = 0$		$\Sigma F_x = 0$ $w \sin \alpha - T = 0$ $w \sin \alpha = T$ $\Sigma F_y = 0$ $N - w \cos \alpha = 0$ $N = w \cos \alpha$
d.	Benda bergerak lurus beraturan pada bidang datar		 $v = \text{tetap}$ $a = 0$		$\Sigma F_x = m \cdot a$ $F - f_g = 0$ $F = f_g$ $F = \mu_k N$ $\Sigma F_y = 0$ $N - w = 0$ $N = w$
e.	Benda berada di atas bidang miring		 $v =$ berubah beraturan $a = \text{tetap}$		$\Sigma F_x = m \cdot a$ $mg \sin \alpha - f_g = ma$ $mg \sin \alpha - \mu_k N = ma$ $\Sigma F_y = 0$ $N - w \cos \alpha = 0$ $N = w \cos \alpha = mg \cos \alpha$ Jadi $mg \sin \alpha - \mu_k mg \cos \alpha = ma$ $a = g \sin \alpha - \mu_k g \cos \alpha$

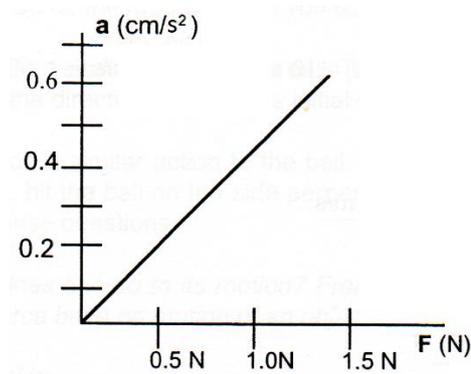
3. Analisis data

- Neraca pegas akan menentukan besarnya gaya yang diberikan pada kereta dinamik.
- Ketika potongan-potongan pita diatur dengan urutan panjang yang semakin bertambah, maka akan tersusun seperti “tangga” dan “tinggi anak tangga” atau perbedaan panjang antar pita kurang lebih besarnya akan sama. Panjang setiap potongan pita menghasilkan kecepatan rata-rata kereta dinamik pada



interval waktu yang sama. “Anak tangga” menunjukkan besarnya kecepatan kereta dinamik pada interval waktu yang sama.

- Kereta dinamik bergerak dengan percepatan yang hampir konstan/tetap.
- Panjang rata-rata dari setiap potongan pita lebih panjang dari diagram pita dengan nilai $F = 0,5$ N. Ini berarti percepatan kereta dinamik lebih besar.
- Semua diagram pita membentuk “tangga” yang tersusun dari potongan-potongan pita. Untuk setiap diagram pita, setiap “anak tangga” memiliki tinggi yang hampir sama. Tinggi rata-rata setiap “anak tangga” semakin besar dari nilai $F = 0,5$ N hingga $F = 1,5$ N.
- Berdasarkan hasil perhitungan, percepatan kereta dinamik meningkat seiring dengan bertambahnya besar gaya total yang diberikan.
- Terbentuk sebuah grafik garis lurus seperti sebagai berikut:



Grafik F terhadap a .

- Percepatan suatu benda berbanding langsung dengan gaya total yang bekerja padanya.

EVALUASI

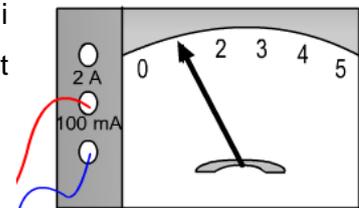
Setelah mempelajari seluruh materi pada setiap Kegiatan Pembelajaran, silahkan Anda mencoba mengerjakan soal evaluasi secara mandiri selanjutnya diskusikan dalam kelompok. Kumpulkan hasil sesuai waktu yang telah ditentukan.

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

A. Besaran, Satuan, dan Pengukuran

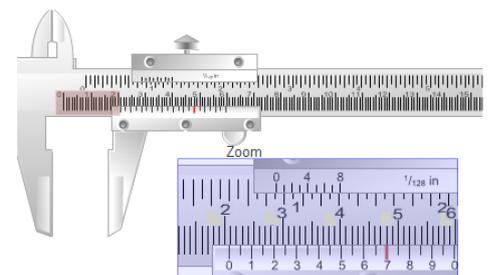
1. Definisi satuan pokok perlu diperbaharui sesuai dengan Sistem Internasional antara lain karena
 - A. untuk memudahkan peneraan
 - B. mengubah nilai standar besaran
 - C. untuk menghindari bilangan terlalu besar
 - D. memperkecil jumlah besaran pokok

2. Perhatikan skala yang ditunjukkan oleh amperemeter di samping! Hasil pengukuran untuk pembacaan tersebut dilaporkan sebagai ...



- A. $(0,02 \pm 0,01)$ A
- B. $(0,02 \pm 0,02)$ A
- C. $(0,02 \pm 0,01)$ mA
- D. $(0,02 \pm 0,02)$ mA

3. Hasil pengukuran panjang benda dengan menggunakan jangka sorong dinyatakan seperti pada gambar. Hasil tersebut dilaporkan sebagai ...

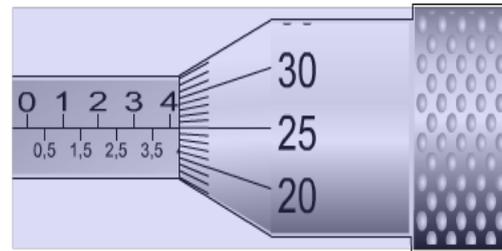


- A. $L = (2,7 \pm 0,01)$ cm
- B. $L = (2,07 \pm 0,05)$ cm
- C. $L = (2,07 \pm 0,01)$ cm
- D. $L = (2,070 \pm 0,005)$ cm



4. Hasil pengukuran tunggal diameter kawat dengan menggunakan mikrometer sekrup ditunjukkan pada gambar di samping. Hasil tersebut dilaporkan sebagai ...

- A. $d = (4,250 \pm 0,005) \text{ mm}$
- B. $d = (4,25 \pm 0,05) \text{ mm}$
- C. $d = (4,25 \pm 0,01) \text{ mm}$
- D. $d = (42,5 \pm 0,01) \text{ mm}$



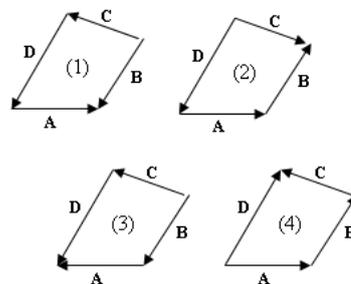
5. Ada suatu besaran Fisika yang mempunyai satuan kg m s^{-2} . Berdasarkan satuannya dapat disimpulkan bahwa besaran itu adalah

- A. kerja
- B. energi
- C. daya
- D. gaya

B. Vektor dan Skalar.

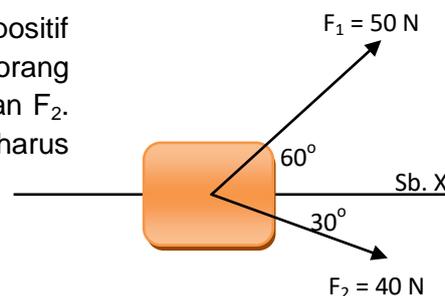
6. Dari kelima diagram vektor berikut ini, yang menggambarkan $\vec{D} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$ adalah....

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



7. Dua orang dewasa dan seorang anak akan mendorong balok ke arah sumbu x positif seperti gambar di samping. Kedua orang dewasa mendorong dengan gaya F_1 dan F_2 . Besar dan arah gaya minimum yang harus dilakukan oleh anak tadi adalah

- A. 20,00 N (arahnya ke atas)
- B. 23,30 N (arahnya ke bawah)
- C. 40,00 N (arahnya ke atas)
- D. 43,30 N (arahnya ke bawah)



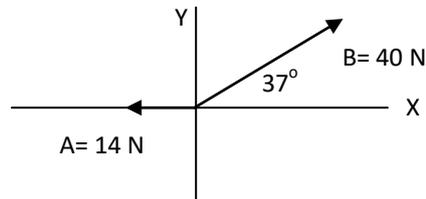
8. Aurora berlari lurus 15 m ke arah utara selama 3 sekon kemudian ia berbalik arah 5 m ke selatan selama 2 sekon. Kecepatan rata-rata lari yang dilakukan Aurora adalah....

- A. 40 ms^{-1} ke utara
- B. 100 ms^{-1} ke utara
- C. 2 ms^{-1} ke utara
- D. 2 ms^{-1} ke selatan



9. Gaya F_1 dan F_2 bekerja pada satu titik. Besar $F_1 = 8$ N dan arahnya 60° di atas sumbu x positif, (kwadrant pertama). Besar $F_2 = 5$ N arahnya 53° di bawah sumbu x dalam kwadrant keempat. Besar resultan kedua vektor tersebut adalah
- 7,59 N
 - 6,93 N
 - 3.99 N
 - 2,94 N

10. Perhatikan gambar berikut ini!

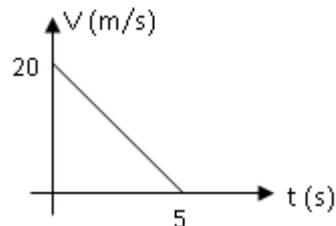


Penyataan yang **tidak tepat** mengenai besar dan arah resultan vektor serta metode operasinya adalah

- Jika $A + B$, maka menghasilkan resultan 30 N dengan arah $53,30^\circ$ dengan cara uraian
- Jika $A + B$, maka menghasilkan resultan 30 N dengan arah $27,65^\circ$ dengan cara grafik
- Jika $A - B$, maka menghasilkan resultan 51,87 N dengan arah $27,65^\circ$ dengan cara uraian
- Jika $A - B$, maka menghasilkan resultan 52 N dengan arah $27,65^\circ$ dengan cara grafik

C. Gerak Benda.

11. Sebuah benda bergerak lurus dengan grafik kecepatan terhadap waktu seperti terlihat pada gambar.

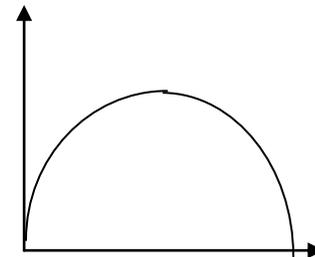
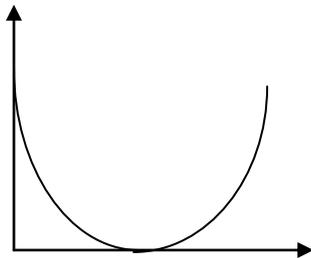
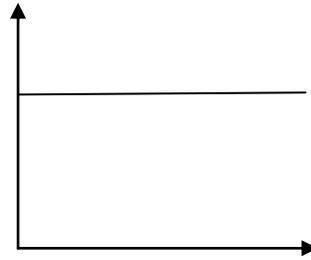
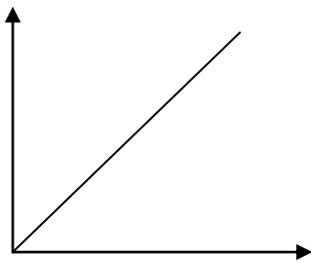


Jarak yang ditempuh benda dalam selang waktu 5 sekon adalah ...

- 50 m
- 60 m
- 75 m
- 80 m



12. Besar percepatan tiap saat dari benda bergerak parabola sesuai dengan grafik



13. Sebuah sepeda bergerak dengan kecepatan awal 3 m/s kemudian sepeda tersebut melambat secara tetap dengan besar percepatan $0,5 \text{ m/s}^2$. Berapa jauh jarak sepeda supaya kecepatannya turun menjadi 1 m/s.

- A. 8 meter
- B. 16 meter
- C. 20 meter
- D. 32 meter

14. Sebuah benda dikatakan bergerak lurus beraturan kalau memenuhi ciri-ciri berikut, **kecuali**

- A. besar kecepatannya tetap
- B. arah kecepatannya tetap
- C. kecepatan rata-ratanya nol
- D. kelajuannya tetap

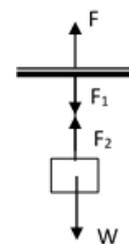
15. Pada waktu bersamaan dua buah bola dilempar ke atas, masing-masing dengan kelajuan $v_1 = 10 \text{ m/s}$ (bola I) dan $v_2 = 20 \text{ m/s}$ (bola II). Jarak antara kedua bola pada saat bola I mencapai titik tertinggi adalah

- A. 5 m
- B. 10 m
- C. 15 m
- D. 20 m



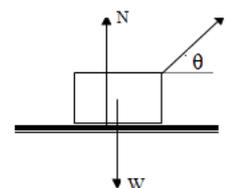
D. Hukum Newton

16. Dari gambar di disamping yang merupakan pasangan gaya aksi – reaksi adalah ...
- F_1 dengan F_2
 - F_1 dengan W
 - F_2 dengan W
 - F dengan F_1



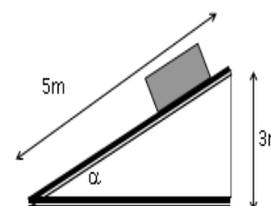
17. Sebuah balok kayu beratnya W terletak diam pada bidang datar (lihat gambar). Benda tersebut di tarik oleh gaya F dengan arah condong ke atas dengan membentuk sudut θ terhadap arah horizontal. Besar gaya normal N yang dilakukan bidang datar terhadap balok adalah ...

- $N = W - F \sin \theta$
- $N = W + F \sin \theta$
- $N = W - F \cos \theta$
- $N = F \cos \theta + W$



18. Sebuah benda *meluncur* dari puncak bidang miring (lihat gambar). Jika koefisien gesekan antara benda dengan bidang miring 0,5 dan $g=10 \text{ ms}^{-2}$, maka percepatan benda adalah....

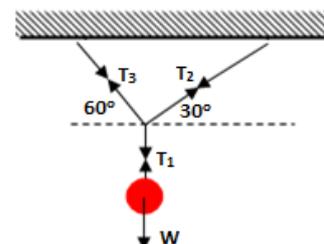
- 1 ms^{-2}
- 2 ms^{-2}
- $2,5 \text{ ms}^{-2}$
- 4 ms^{-2}



19. Sebuah benda dengan 50 N digantung pada tali lemas (tidak kaku) yang massanya diabaikan sebagaimana terlihat pada gambar. Benda dalam keadaan setimbang, yaitu $\sum F=0$.

Penyataan yang **tidak tepat** terkait kondisi sistem tersebut adalah

- $T_3 \cos 60^\circ = T_2 \cos 30^\circ$
- $T_1 > T_2 + T_3$
- $T_3 \sin 60^\circ + T_2 \sin 30^\circ = W$
- $W = T_1$



20. Jika sebuah benda terletak pada bidang miring, maka gaya normal pada benda itu
- Lebih kecil dari berat benda
 - Sama dengan berat benda
 - Lebih besar dari berat benda
 - Dapat lebih kecil atau lebih besar daripada berat benda

PENUTUP

Semoga setelah anda dapat mengkaji isi modul ini, diharapkan anda dapat memahami **Modul Pengukuran** yang membahas *materi besaran dan satuan, pengertian pengukuran, cara menggunakan berbagai alat ukur, vektor dan skalar, resultan vektor, berbagai gerak benda, hukum-hukum Newton, dan diagram benda bebas, serta kegiatan-kegiatan eksperimennya* secara utuh dan menyeluruh. Walaupun demikian anda disarankan untuk tetap memperdalam materi tersebut dengan cara membaca dari berbagai sumber tentang materi terkait. Selain itu anda disarankan untuk terus meningkatkan keterampilan dalam menggunakan melakukan eksperimen atau penelitian dengan menggunakan alat praktik fisika khususnya berbagai alat ukur. Keterampilan dalam penggunaan alat praktik fisika merupakan dasar yang harus dikuasai oleh seluruh peserta didik, karena keterampilan dalam menggunakan berbagai alat praktik fisika akan banyak membantu pada kegiatan eksperimen atau penelitian sesungguhnya di jenjang perguruan tinggi.

Lakukan diskusi dengan rekan guru fisika lainnya di forum MGMP jika ditemukan permasalahan yang belum dapat pecahkan dengan baik. Pada akhirnya, yang terpenting adalah gunakan pengetahuan yang telah anda kuasai dalam setiap pembelajaran di sekolah. Laksanakan setiap pembelajaran dengan lebih berkualitas dan lebih bervariasi sehingga dapat meningkatkan keingintahuan siswa terhadap materi yang sedang dipelajarinya.

Kunci keberhasilan seorang guru dalam melaksanakan pembelajaran adalah guru secara terus-menerus belajar, bertanya, mencoba, berinovasi, dan senantiasa sabar dan ikhlas setiap melaksanakan pembelajaran. Semoga dengan meningkatnya pemahaman fisika para guru setelah mengkaji modul ini dapat meningkatkan kualitas pembelajaran di sekolah. dan dapat memberikan pengabdian dan layanan terbaik kepada peserta didik. Semoga para guru di Indonesia memiliki kebanggaan terhadap profesinya serta diberikan kemampuan dalam menghantarkan peserta didiknya untuk meraih apa yang menjadi cita-citanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah Mikrajuddin, 2007, ***Fisika Dasar 1***, Catatan Kuliah FI-1101, ITB, Bandung
- Giancoli 2001, Terjemahan: Yuhilza Hanum, ***Fisika Jilid 1***, edisi kelima, Erlangga, Jakarta
- Halliday, Resnick, Terjemahan: Silaban, Pantur, Sucipto, Erwin, 1985, ***Fisika, Jilid 1***, edisi ketiga, Erlangga, Jakarta
- Kanginan Marthen, 1993, ***Fisika untuk SMA kelas X***, Jilid 1A I, Erlangga, Jakarta.
- Kardiawarman, dkk. 1993, ***Fisika Dasar 1***, Buku I, Modul 1-6, Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Kertiasa, Nyoman, 1993, ***Fisika 1 Untuk Sekolah Menengah Umum***, Dikdasmen Depdikbud, Jakarta.
- Muslih Dadan, 2011, ***Modul Mekanika SMA***, PPPPTK IPA, Bandung
- Nalda F Nora, dkk, 2007, ***Practical Work In High School Physics***, National Institute For Science And Mathematics Education Development, University of the Philippines, Diliman, Quezon city
- Sutrisno. 2003. ***Ilmu Fisika 1***, Jilid 1, Acarya, Bandung
- Tipler, Paul A, Terjemahan: Prasetyo Lea, dkk 1998, ***Fisika untuk Sains dan teknik Jilid 1***, edisi ketiga, Erlangga, Jakarta,
- Utari Setiya, dkk, (2000), ***Petunjuk Praktikum Fisika Dasar I***, edisi ke-1, Jurusan Pendidikan Fisika, FMIPA UPI, Bandung.



Waluyanti Sri, dkk (2008). **Alat Ukur dan Teknik Pengukuran Jilid 1 untuk SMK**, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.

Winduono Yamin, dkk (2016). Pengukuran, Kinematika, dan dinamika, Modul Guru Pembelajar KK A, Mata Pelajaran Fisika SMA, PPPTK IPA, Dirjen GTK, Bandung

GLOSARIUM

<i>Instrumen</i>	alat ukur untuk menentukan nilai atau besaran suatu kuantitas atau variabel.
<i>Mekanika</i>	Ilmu fisika yang mempelajari gerak benda dan penyebabnya.
<i>Ketelitian</i>	harga terdekat dengan mana suatu pembacaan instrumen mendekati harga sebenarnya dari variabel yang diukur.
<i>Ketepatan</i>	suatu ukuran kemampuan untuk hasil pengukuran yang serupa.
<i>Kesalahan</i>	penyimpangan variabel yang diukur dari harga (nilai) yang sebenarnya.
<i>Resolusi</i>	perubahan terkecil dalam nilai yang diukur yang mana instrumen akan memberi respon atau tanggapan.
<i>Sensitivitas</i>	perbandingan antara sinyal keluaran atau respons instrumen terhadap perubahan masukan atau variabel yang diukur.

LAMPIRAN 1

PETA KOMPETENSI PROFESIONAL GURU MATA PELAJARAN FISIKA SMA

Modul : A

Materi : Besaran, Satuan, dan Pengukuran; Vektor; Gerak Benda; dan Hukum Newton

Kompetensi Utama : Professional

Standar Kompetensi Guru		Indikator Esensial/ Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
Kompetensi Inti	Kompetensi Guru Mapel	
a	b	c
20. Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.	20.1. Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori fisika serta penerapannya secara fleksibel.	1. Menjelaskan pengertian besaran pokok dan besaran turunan
		2. Mengklasifikasikan besaran fisis yang tergolong ke dalam vektor dan skalar.
		3. mendeskripsikan pengertian gerak
		4. menjelaskan hukum-hukum Newton pada: benda di atas bidang datar, benda di atas bidang miring, dan tegangan tali benda,
	20.2. Memahami proses berpikir fisika dalam mempelajari proses dan gejala alam.	1. membedakan pengertian gerak lurus beraturan dengan gerak lurus berubah beraturan
		2. mendeskripsikan gerak jatuh bebas
		3. mendeskripsikan gerak parabola
		20.3. Menggunakan bahasa simbolik dalam mendeskripsikan proses dan gejala alam.	1. Menyelesaikan persoalan berkaitan dengan materi besaran, Satuan, Pengukuran, Vektor, Skalar, Gerak Benda dan Hukum Newton
	2. Menentukan satuan dari berbagai besaran fisis	
	3. Mendeskripsikan beberapa alat ukur besaran pokok dan besaran turunan yang terdapat di sekolah	
	4. Menggambar vektor dengan metode segitiga, jajaran genjang, dan poligon. dan analitis.	
	20.5. Bernalar secara kualitatif maupun kuantitatif tentang proses dan hukum fisika.	5. Menjabarkan persamaan gerak lurus beraturan dengan gerak lurus berubah beraturan
		6. menjabarkan persamaan gerak vertikal
20.13. Melaksanakan eksperimen fisika dengan cara yang benar.	7. Menjabarkan persamaan gerak parabola	
	8. menentukan diagram gaya bebas pada benda yang dikenai gaya	
	20.5. Bernalar secara kualitatif maupun kuantitatif tentang proses dan hukum fisika.	1. menentukan besar, resultan, dan arah dari suatu vektor secara analisis dan grafis
		2. menggenarilasikan data hasil eksperimen terkait Hukum Newton
	20.13. Melaksanakan eksperimen fisika dengan cara yang benar.	1. menentukan hasil pengukuran dengan menggunakan jangka sorong, mikrometer skrup, neraca timbangan, dan alat ukur listrik (amperemeter, voltmeter, ohmmeter, da, multimeter) sesuai prosedur dengan benar dan teliti
		2. melakukan percobaan sederhana terkait analisis vektor.
		3. Melakukan eksperimen gerak lurus, gerak jatuh bebas dan gerak parabola

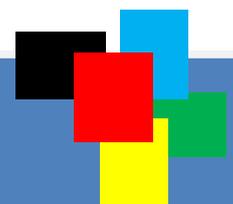


LAMPIRAN 2

Kisi-Kisi Ujian Sekolah Berstandar Nasional Sekolah Menengah Atas/ Madrasah Aliyah Kurikulum 2013 Tahun Pelajaran 2016/2017

Mata Pelajaran : Fisika

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





LAMPIRAN 3

Kisi-Kisi Ujian Sekolah Berstandar Nasional Sekolah Menengah Atas/ Madrasah Aliyah Kurikulum 2006 Tahun Pelajaran 2016/2017

Mata Pelajaran: Fisika

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

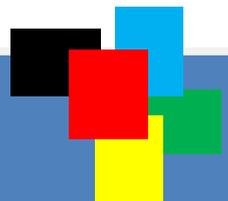


LAMPIRAN 4

KISI-KISI PENULISAN SOAL

Jenis Sekolah :
Mata Pelajaran :
Kurikulum : *KTSP-2006 /K-13*
Alokasi waktu :
Jumlah Soal :
Bentuk Soal : *Pilihan Ganda/Uraian*
Tahun Ajaran :

No.	Kompetensi Dasar	Bahan Kls/ Semester	Konten/Materi	Indikator Soal	Bentuk Soal





LAMPIRAN 5

**KARTU SOAL NOMOR 1
(PILIHAN GANDA)**

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

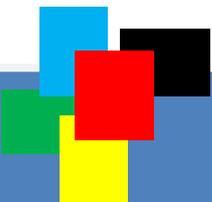
Soal:

Kunci/Pedoman Penskoran:

Keterangan:

Soal ini termasuk soal HOTS karena

1.
2.
3.





LAMPIRAN 6

KARTU SOAL NOMOR 1 (URAIAN)

Mata Pelajaran :
Kelas/Semester :
Kurikulum :

Kompetensi Dasar	:	
Materi	:	
Indikator Soal	:	
Level Kognitif	:	

Soal:

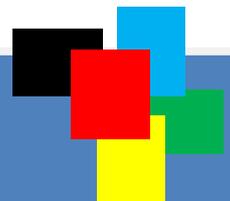
PEDOMAN PENSKORAN

No.	Uraian Jawaban/Kata Kunci	Skor
	Total Skor	

Keterangan:

Soal ini termasuk soal HOTS karena:

1.
2.





LAMPIRAN 7

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

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

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

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

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

.....
Penelaah

.....
NIP.



LAMPIRAN 8

INSTRUMEN TELAAH SOAL *HOTS* BENTUK TES URAIAN

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

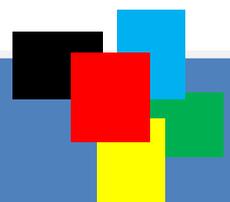
No.	Aspek yang ditelaah	Butir Soal				
		1	2	3	4	5
A. Materi						
1.	Soal sesuai dengan indikator (menuntut tes tertulis untuk bentuk Uraian).					
2.	Soal tidak mengandung unsur SARAPPPK (Suku, Agama, Ras, Anatargolongan, Pornografi, Politik, Propopaganda, dan Kekerasan).					
3.	Soal menggunakan stimulus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

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

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

.....
Penelaah

.....
NIP.



MODUL
PENGEMBANGAN KEPROFESIAN
BERKELANJUTAN
FISIKA SMA

TERINTEGRASI
PENGUATAN PENDIDIKAN
KARAKTER



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

facebook.com/p4tkipaInfo 

p4tkipa.org  youtube.com/pppptkipa 

p4tkipa@yahoo.com  022 4265127 - 70417266 

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