

BUKU MONOGRAF DENGAN ISBN:978-602-99834-0-1
EDISI PERTAMA
CETAKAN PERTAMA, 2011

PEMBELAJARAN FISIKA DI SEKOLAH

**“APA DAN BAGAIMANA PENDEKATAN GENERIK DAN
METODE IQRA’ DILAKSANAKAN DALAM PEMBELAJARAN FISIKA” ?**

OLEH
AHMAD ABU HAMID

**JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

YOGYAKARTA, JULI 2011

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrohmaanirrohiim. Dengan asma Alloh yang maha pemurah lagi maha pengasih. Kalimat pertama dalam surah Al Fatihah ini penulis ucapkan dan tuliskan untuk mengawali semua kegiatan yang penulis lakukan. Semoga kasih sayang Alloh SWT selalu tercurah kepada semua makhluk-Nya, termasuk penulis dan keluarganya.

Alhamdulillahirobbil’alamiin. Segala puji bagi Alloh seru sekalian alam. Kalimat kedua dalam surah Al Fatihah ini penulis ucapkan dan tuliskan karena Alloh-lah yang selalu memberikan kenikmatan kepada semua makhluk-Nya, termasuk penulis dan keluarganya. Semoga ucapan ini menjadikan penulis dapat mensyukuri nikmat yang telah diberikan oleh Alloh SWT kepada penulis.

Semoga sholawat dan salam selalu dilimpahkan oleh Alloh kepada baginda rosul Muhammad saw, para keluarganya, para shohabatnya, dan para pengikut setia yang mengamalkan ajarannya, sampai di akhir zaman. Mudah-mudahan kami sekeluarga termasuk pengikut setia yang mengamalkan ajaran baginda rosul Muhammad saw, sehingga kami selalu mendapat safaatnya di dunia ini sampai di hari kemudian. Allohumma aaamiin.

Buku ini dapat digunakan oleh guru-guru fisika di sekolah dan atau madrasah yang menginginkan untuk menerapkan model pembelajaran latihan meneliti atau latihan menemukan, pendekatan diskaveri atau pendekatan inkuiri atau pendekatan generik, serta menerapkan metode eksperimen, demonstrasi, atau metode IQRA’.

Mengapa demikian ? Karena buku ini disusun sesuai dengan model, pendekatan, dan metode tersebut; terutama model latihan penelitian (meneliti) atau model pembelajaran menemukan dengan pendekatan generik dan metode IQRA'. Mengapa cocok dengan metode IQRA' ? Karena buku ini disusun dengan mencantumkan tujuan pada ranah iman dan taqwa serta pada lembar kegiatan peserta didik (LKPD) diakhiri dengan kegiatan diskusi mengenai pengembangan ranah iman dan taqwa.

Buku ini dapat digunakan oleh mahasiswa calon guru. Mengapa demikian? Karena mahasiswa dilatih untuk menemukan konsep, prinsip, teori, azas, aturan, atau hukum-hukum fisika yang diajarkan di sekolah dan atau madrasah melalui kegiatan ilmiah; sehingga mahasiswa dapat membudayakan sikap ilmiah. Lebih dari itu, mahasiswa calon guru juga diharapkan dapat membuat tujuan pembelajaran dalam ranah iman dan taqwa yang pada saat ini banyak terlupakan. Pengalaman yang bermakna ini, dapat diterapkan mahasiswa calon guru fisika pada saat mereka menjadi guru fisika di sekolah dan atau madrasah; serta mampu mendidik peserta didik kelak untuk belajar menemukan melalui percobaan atau praktikum.

Pada umumnya pembelajaran fisika di sekolah-sekolah hanya menggunakan metode ceramah yang berisi rumus atau persamaan yang menghubungkan simbol-simbol besaran fisis, latihan soal-soal, kemudian diakhiri dengan pemberian tugas rumah. Peserta didik tidak dilatih untuk menemukan konsep, prinsip, teori, azas, aturan, serta hukum-hukum fisika melalui kegiatan mengamati, merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengukur, menganalisis data, dan menyimpulkan. Akibatnya apa ? Akibatnya fatal. Peserta didik tidak dapat meneliti untuk menemukan hukum-hukum fisika melalui percobaan yang mereka lakukan. Peserta didik hanya menghafal rumus-rumus dan menerapkannya dalam mengerjakan soal-soal; sehingga peserta didik merasakan mata pelajaran fisika itu sulit, tidak menyenangkan, tidak menantang, dan tidak membangkitkan munculnya kreativitas.

Buku ini, ditulis untuk membantu mahasiswa calon guru dan guru-guru fisika di sekolah dan atau madrasah dalam menghayati pengalaman belajar menemukan. Oleh sebab itu, diharapkan mahasiswa calon guru fisika atau guru fisika dapat menerapkan model pembelajaran menemukan dengan pendekatan generik dan metode IQRA' dalam pembelajaran fisika di sekolah dan atau madrasah.

Pendekatan generik merupakan langkah-langkah prosedural dalam pembelajaran fisika yang bersifat teoritis, filosofis, dan aksiomatis untuk mencapai tujuan pembelajaran. Tujuan pembelajaran yang hendak dicapai ialah: tumbuh kembangnya kemampuan umum atau kemampuan generik yang harus dimiliki fisikawan, antara lain:

1. kemampuan melakukan pengamatan langsung maupun tak langsung,
2. kemampuan melakukan pengukuran langsung maupun tak langsung,
3. kemampuan menggunakan bahasa simbolis matematis, misalnya: menggunakan operator ping, poro, lan, sudo, membuat dan memaknai grafik hubungan antar ubahan, menggunakan operator diferensial dan integral, serta menggunakan operator Laplace,
4. kemampuan mengembangkan logika taat azas dari hukum alam, menggunakan inferensi logis, menemukan dan menggunakan hukum sebab akibat, membangun dan menggunakan model matematis, menggali dan

menggunakan informasi ilmiah, berkomunikasi dengan santun, memimpin dirinya dan kelompoknya, serta kemampuan mengelola konflik.

Suatu pendekatan dalam pembelajaran mempunyai tiga basis, yaitu:

1. basis filosofis yang melahirkan prinsip atau hukum,
2. basis psikologis yang memunculkan penggunaan teori belajar atau teori perkembangan mental peserta didik yang telah diteorikan oleh para pakar, serta
3. basis pedagogis yang dibangun oleh suatu periode (alokasi waktu) yang bebas dan tidak terstruktur dalam pembelajaran.

Metode IQRA' merupakan langkah-langkah operasional yang benar-benar dilaksanakan dalam pembelajaran fisika untuk mencapai tujuan yang diharapkan yang berlandaskan pada tiga pilar kesadaran manusia, yaitu:

1. kesadaran inderawi,
2. kesadaran akali, dan
3. kesadaran ruhani.

Tiga kesadaran ini digunakan sebagai landasan dalam kegiatan pengamatan, merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, pengukuran, analisis data percobaan, dan diskusi hasil percobaan untuk mencapai kesimpulan. Dengan ini, diharapkan ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik, serta ranah iman dan taqwa peserta didik dapat ditumbuhkembangkan melalui penerapan metode IQRA' dalam pembelajaran fisika. Ranah iman dan taqwa dapat ditumbuhkembangkan melalui diskusi kelas atau diskusi kelompok pada akhir kegiatan percobaan.

Dalam kesempatan yang baik ini, dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dekan FMIPA UNY dan jajarannya yang telah memberi kesempatan pada penulis
2. Ketua jurusan pendidikan fisika FMIPA UNY beserta jajarannya yang telah memberikan kewenangan dan kesempatan pada penulis
3. Dosen-dosen di jurusan pendidikan fisika yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun tulisan ini
4. Istriku tercinta dan kedua anakku tersayang yang telah memberikan kesempatan, dukungan moral, dan material selama ini.

“Tiada gading yang tak retak”. “Gajah di pelupuk mata tidak tampak, tapi kuman di seberang lautan tampak”. Demikian pepatah dan petiti orang tua kita. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun selalu penulis harapkan. Akhirnya, semoga Allah SWT meridhoi semua kegiatan kita, menerima amal kebaikan kita, dan mengampuni semua dosa-dosa kita. Allohumma aaamiin.

Yogyakarta, Medio Juli 2011.

Penulis.

Ahmad Abu Hamid.

Dosen Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY.

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	1
Kata Pengantar	2
Daftar Isi	5
 BAB 1: MODEL, PENDEKATAN, DAN METODE DALAM PEMBELAJARAN FISIKA	 6
A. Model Pembelajaran	6
B. Pendekatan Pembelajaran	11
C. Metode Mengajar dalam Pembelajaran Fisika	19
D. Fungsi, Tujuan, dan Ruang Lingkup Matapelajaran Sains	21
E. Evaluasi Hasil Belajar	28
F. Silabus dan RPP	38
BAB 2: MATERI PENUNTUN PRAKTIKUM PEMBELAJARAN FISIKA DI SEKOLAH	44
A. Tuntunan Pelaksanaan Percobaan	44
B. Penuntun Praktikum Pembelajaran Fisika di Sekolah	45
PERCOBAAN 1: Besaran, Pengukuran, Satuan, dan Angka Penting	45
PERCOBAAN 2: Hubungan antara Diameter Kelereng dan Volume Kelereng	47
PERCOBAAN 3: Massa Jenis Benda Padat	48
PERCOBAAN 4: Percepatan Gravitasi Bumi di Suatu Tempat	50
PERCOBAAN 5: Ayunan Matematis	52
PERCOBAAN 6: Gerak Lurus	54
PERCOBAAN 7: Koefisien Gesekan Statis antara Benda dan Bidang	56
PERCOBAAN 8: Hukum-Hukum Newton tentang Gerak	58
PERCOBAAN 9: Gerak Parabola	61
PERCOBAAN 10: Gerak Melingkar	64
PERCOBAAN 11: Gaya Sentripetal	67
PERCOBAAN 12: Jatuh Bebas	70
PERCOBAAN 13: Koefisien Tumbukan (Restitusi)	71
PERCOBAAN 14: Konstante Gaya Pegas (Koefisien Elastisitas)	73
PERCOBAAN 15: Tekanan Hidrostatik	76
PERCOBAAN 16: Hukum Archimedes	78
PERCOBAAN 17: Azas Bernoulli	81
PERCOBAAN 18: Perubahan Wujud Zat dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya	84
PERCOBAAN 19: Azas Black	86
PERCOBAAN 20: Gelombang Mekanik pada Tali	88
PERCOBAAN 21: Hukum Pemantulan	91
PERCOBAAN 22: Pembiasan pada Kaca Plan Paralel	93
PERCOBAAN 23: Pembiasan pada Prisma	95
PERCOBAAN 24: Jarak Titik Api Cermin Cekung dan Cermin Cembung	99
PERCOBAAN 25: Jarak Titik Api Lensa Cembung dan Lensa Cekung	102
PERCOBAAN 26: Hambatan Jenis Penghantar (Konduktor)	105
PERCOBAAN 27: Hubungan Hambatan	107
PERCOBAAN 28: Hukum Ohm	111
PERCOBAAN 29: Hukum Kirchhoff tentang Arus dan Tegangan	113
PERCOBAAN 30: Daya Listrik	115
 BAB 3: PENUTUP	 119
DAFTAR PUSTAKA	120

BAB 1

MODEL, PENDEKATAN, DAN METODE

DALAM PEMBELAJARAN FISIKA

Pembelajaran fisika di sekolah dan atau madrasah saat ini masih didominasi oleh kegiatan guru. Dalam arti guru aktif mengajar dan peserta didik pasif dalam belajar. Guru aktif menjabarkan rumus-rumus fisika dengan bantuan media pembelajaran yang ada di sekolah, latihan soal-soal, dan penambahan jam pelajaran di sore hari dengan kegiatan pendalaman materi ajar (PMA) yang semua kegiatan ini untuk mengejar target materi ajar dan mempersiapkan peserta didik untuk menghadapi ujian nasional (UNAS). “Kambing putihnya” adalah UNAS. Siapa takut pada UNAS ? Dinilai oleh badan internasionalpun berani.

Dalam pembelajaran fisika pada umumnya, peserta didik pasif dalam mempelajari fisika; sehingga banyak peserta didik yang “ngantuk” dalam pembelajaran. Peserta didik tidak aktif bekerja ilmiah, bersikap ilmiah, dan tidak dapat menemukan sendiri produk ilmiah yang diharapkan. Oleh sebab itu, sudah selayaknya, jika pembelajaran fisika di sekolah dan atau madrasah dilaksanakan dengan model pembelajaran latihan menemukan atau model latihan penelitian, pendekatan generik, dan metode IQRA’. Karena apa ? Karena peserta didik dapat menemukan sendiri produk ilmiah, yang kemudian dapat dimengerti, dihafalkan, dan dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari, melalui kerja ilmiah dan membiasakan atau membudayakan sikap ilmiah. Apakah sebenarnya yang dimaksud dengan model latihan menemukan dan model latihan penelitian itu ? Apakah sebenarnya pendekatan generik dan metode IQRA’ itu ? Apakah sebenarnya pendekatan discovery dan pendekatan inquiry itu ? Apakah sebenarnya metode eksperimen dan metode demonstrasi itu ? Marilah kita coba untuk membahas satu persatu masalah ini.

A. MODEL PEMBELAJARAN

Model pembelajaran diartikan sebagai kerangka konseptual yang melukiskan prosedur yang sistematis dan sistemik dalam mengorganisasikan pengalaman belajar untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Model pembelajaran berfungsi sebagai pedoman guru dalam merencanakan dan melaksanakan aktivitas belajar dan mengajar (pembelajaran). Model pembelajaran sangat banyak jenisnya. Model yang cocok dengan karakteristik Fisika adalah: model latihan penelitian dan model latihan menemukan (*Inquiry Training Model*).

Model latihan menemukan dalam pembelajaran fisika diartikan sebagai pedoman guru dalam merencanakan dan melaksanakan kegiatan pembelajaran yang bertujuan agar peserta didik dapat menemukan konsep, prinsip, teori, azas, aturan, dan atau hukum-hukum fisika oleh dirinya sendiri melalui kegiatan ilmiah yang dapat membudayakan sikap ilmiah. Kegiatan ini dapat dilakukan secara individual (perorangan) maupun secara kelompok. Dalam model pembelajaran latihan menemukan, peserta didik dilatih untuk menemukan sendiri produk ilmiah melalui kegiatan ilmiah yang dapat membudayakan sikap ilmiah. Dengan demikian peserta didik dilatih untuk melakukan: *learning by doing, learning by process skill, learning to live together, learning to be good, learning to know, and learning by experiences*.

Model latihan penelitian diartikan sebagai kerangka atau pedoman guru dalam merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi kegiatan pembelajaran yang bertujuan agar murid dapat berlatih meneliti seperti para Fisikawan yang dapat menghasilkan konsep, prinsip, teori, azas, dan hukum-hukum Fisika yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari, teknologi, dan industri berdasarkan pada sikap ilmiah dan kerja ilmiah. Dengan demikian murid dapat membudayakan kerja ilmiah dan sikap ilmiah untuk menemukan produk ilmiah yang dapat diimplementasikan dalam kehidupan sehari-hari, teknologi, dan industri serta dapat mengomunikasikan ke pihak lain dengan santun.

Model pembelajaran mempunyai enam ciri khusus, yaitu: mempunyai

- a. sintaks. Sintaks diartikan sebagai tahapan-tahapan atau fase-fase kegiatan
- b. sistem sosial. Sistem sosial diartikan sebagai struktur organisasi interaksi dalam pembelajaran
- c. prinsip-prinsip reaksi. Prinsip-prinsip reaksi diartikan sebagai pola kegiatan guru dalam melihat dan memperlakukan peserta didik
- d. sistem pendukung. Sistem pendukung diartikan sebagai segala sarana yang diperlukan untuk melaksanakan pembelajaran
- e. dampak instruksional. Dampak intruksional atau dampak pembelajaran diartikan sebagai hasil belajar yang dicapai langsung oleh murid dalam pembelajaran yang ditulis dalam tujuan pembelajaran, serta
- f. dampak pengiring. Dampak pengiring (*nurturant effect*) merupakan hasil belajar lainnya yang dicapai oleh peserta didik dalam pembelajaran sebagai akibat tercapainya suasana belajar yang kondusif yang dialami peserta didik.

1. Model Latihan Penemuan

Tujuan model latihan penemuan atau model inquiry dalam pembelajaran Fisika adalah: melatih murid untuk belajar menemukan konsep, prinsip, teori, azas, aturan, dan hukum-hukum Fisika. Model latihan penemuan juga mempunyai: sintaks, sistem sosial, prinsip reaksi, sistem pendukung, dampak pembelajaran, dan dampak pengiring.

- a. sintaks.
 - (1). Tahap satu; lingkup pembelajaran disodorkan kepada murid, lingkup pembelajaran berisi banyak masalah yang dapat dipecahkan.
 - (2). Tahap kedua; murid menstruktur masalah, murid mengamati fenomena atau gejala alam dengan seksama.
 - (3). Tahap ketiga; murid mengidentifikasi masalah, murid mencari hubungan antar ubahan, murid merumuskan masalah yang hendak dieksperimenkan, dan murid merumuskan hipotesis.
 - (4). Tahap keempat; murid berspekulasi memecahkan masalah, murid mengemukakan beberapa cara bereksperimen, dan dengan bimbingan guru murid memilih eksperimen yang cocok untuk memecahkan masalah yang ditetapkan.
 - (5). Tahap kelima; murid melakukan eksperimen untuk mengumpulkan data, murid melakukan pengamatan dan pengukuran untuk membuktikan hipotesis yang telah dikemukakan, murid mengklasifikasi data, dan murid menyusun data ke dalam tabel data yang disusun secara sistematis.
 - (6). Tahap keenam; analisis data, murid menghitung ubahan yang terukur, dan murid membuat grafik hubungan antar ubahan.
 - (7). Tahap ketujuh; temuan, murid berfikir dan bernalar secara logis, rasional, dan objektif, serta murid merumuskan temuan.
 - (8). Tahap kedelapan; pembahasan, murid mengklarifikasi temuan dengan teori yang ada, dan murid mengklarifikasi temuan dengan fakta alam.
 - (9). Tahap kesembilan; pengambilan kesimpulan, murid berfikir rasional, logis, dan objektif untuk membandingkan temuan dengan teori yang ada dan gejala alam atau fakta alam. Apakah temuan tersebut benar ? Murid mengambil kesimpulan.
 - (10). Tahap kesepuluh; komunikasi hasil, murid menulis laporan eksperimen, dan murid menulis artikel dalam jurnal atau majalah.

(11). Tahap kesebelas; penerapan hasil, murid berusaha menerapkan hasil eksperimennya dalam kehidupan sehari-hari, teknologi, dan industri.

b. Sistem Sosial

Sifat-sifat sosial yang dapat ditumbuhkembangkan antara lain:

- (1). kerjasama,
- (2). toleran / terbuka,
- (3). disiplin,
- (4). lingkungan intelektual.

c. Prinsip Reaksi

Prinsip reaksi antara guru-murid, guru-materi ajar, murid-materi ajar, guru-media pembelajaran, dan murid-media pembelajaran ditunjukkan oleh: lembar kegiatan siswa (LKS) yang komunikatif, gejala atau fenomena alam yang berisi banyak masalah serta hipotesis, dan LKS berisi perintah yang jelas, kreatif, dan menantang. Oleh sebab itu, dalam pembuatan LKS perlu penalaran dan pemikiran yang mendalam serta kreativitas yang tinggi agar murid dapat menemukan konsep, prinsip, teori, azas, aturan, dan hukum-hukum fisika dengan dirinya sendiri.

d. Sistem Pendukung

Sistem pendukung pendekatan inquiry adalah: alat, bahan, dan perangkat percobaan yang berisi peristiwa-peristiwa alam yang ganjil, banyak masalah, dan berisi pengertian fisika yang mendasar. Oleh sebab itu, pemilihan sistem pendukung yang tepat yang berkaitan dengan materi pelajaran harus diupayakan; sehingga pengalaman belajar murid dapat terarah.

e. Efek Pembelajaran

Efek pembelajaran yang dapat dicapai dengan pendekatan inquiry antara lain adalah: ranah kognitif, ranah afektif, ranah psikomotorik, serta ranah iman dan taqwa. Dengan dasar ini, guru harus pandai-pandai dalam menyusun tujuan pembelajaran terutama pada ranah iman dan taqwa.

f. Efek Pengiring

Efek pengiring yang dapat diraih dengan pendekatan inquiry antara lain: ranah afektif, serta ranah iman dan taqwa. Ranah afektif misalnya pada aspek: kejujuran atau objektivitas, kehati-hatian, kedisiplinan, ketelitian, mandiri, kreatif, ingin tahu, dan sifat empati, simpati, serta toleransi. Oleh karena itu, langkah-langkah pendekatan inquiry harus dilaksanakan dengan benar.

2. Model Latihan Penelitian

Model latihan penelitian ini bertujuan:

- a. mendorong pertumbuhan rasa ingin tahu murid,
- b. mendorong murid untuk merumuskan masalah dan memecahkannya dengan kemampuan dirinya sendiri,
- c. mendorong murid untuk sadar belajar bagaimana seharusnya belajar. Belajar adalah olah fisik dan psikologis, olah fikir, olah nalar, dan olah budi; sehingga diperoleh suatu perubahan tingkah laku yang relatif permanen dan perubahan itu diperoleh melalui latihan atau pengalaman. Belajar adalah olah cipta, rasa,

dan karsa atau olah akliyah, imaniyah, dan amaliyah; sehingga diperoleh insan kamil.

Model latihan penelitian ini berasumsi:

- a. model latihan penelitian ini merupakan cara baru (cara berfikir, bersikap, dan berperilaku) dalam pembelajaran yang dapat diajarkan langsung untuk melengkapi cara-cara yang telah dikuasai murid,
- b. penelitian adalah kerjasama dalam menggunakan metode ilmiah atas dasar sikap ilmiah yang menghasilkan produk ilmiah yang harus dikomunikasikan dan diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, teknologi, dan industri. Kerjasama diartikan sebagai tolong menolong dalam bekerja, berfikir, bersikap, dan berperilaku, serta saling tukar pendapat, saling menghargai, saling menerima, yang dapat menumbuhkan rasa toleran.

Ciri model latihan penelitian juga ada enam (6) yaitu:

- b. sintaks; yaitu langkah-langkah, cara-cara, atau tahapan-tahapan dalam pembelajaran,
 - (1). Tahap pertama; menyajikan masalah dengan cara menjelaskan prosedur suatu penelitian, serta menyajikan sesuatu yang saling bertentangan atau berbeda.
 - (2). Tahap kedua; mencari dan mengkaji data melalui: memeriksa hakikat objek dan kondisi yang dihadapi, serta memeriksa tampilnya masalah.
 - (3). Tahap ketiga; mencari atau mengumpulkan data atau bereksperimen dengan cara: mengisolasi ubahan yang sesuai, serta merumuskan hipotesa sebab akibat.
 - (4). Tahap keempat; mengorganisasikan, merumuskan, dan menjelaskan dengan cara: mengorganisasikan data ke dalam tabel data, menganalisis data, merumuskan penemuan, membahas (klarifikasi temuan dengan teori yang ada atau fakta alam yang ada), menarik kesimpulan, mengkomunikasikan hasil, serta menerapkan hasil yang diperoleh.
 - (5). Tahap kelima; menganalisis proses penelitian melalui: menganalisis cara-cara penelitian yang telah dilakukan, menemukan cara-cara baru untuk melakukan penelitian ulang, serta menemukan prosedur penelitian yang lebih efektif.

b. Sistem Sosial.

Dalam model latihan penelitian sistem sosial yang dikembangkan antara lain:

- (1). kerjasama,
- (2). kebebasan,
- (3). demokratis,
- (4). empati, simpati, dan toleransi,
- (5). disiplin dan terbuka,
- (6). kesamaan derajat,
- (7). lingkungan intelektual.

c. Prinsip Reaksi (Prinsip Pengelolaan Reaksi)

Prinsip-prinsip reaksi dalam model penelitian ini antara lain:

- (1). pertanyaan-pertanyaan guru harus jelas, sehingga mudah dijawab murid,
- (2). suruhan guru harus jelas, sehingga mudah dikerjakan murid,
- (3). jika ada masalah pada murid, guru harus dapat memecahkannya,
- (4). guru harus menggunakan bahasa yang benar dan baik, sehingga semua murid jelas,

d. Sistem Pendukung

Sistem pendukung dalam model latihan penelitian ini antara lain berupa:

- (1). perangkat percobaan yang dapat digunakan guru untuk menyajikan objek penelitian yang berisi masalah yang dapat dipecahkan murid,
- (2). perangkat percobaan yang dapat digunakan guru untuk menyajikan objek penelitian yang dapat menumbuhkembangkan kemampuan intelektual murid.

e. Dampak Pembelajaran (Efek Pembelajaran)

Model latihan penelitian membawa dampak (efek) pembelajaran yang berupa: kemampuan kognitif, afektif, dan psikomotorik dalam melaksanakan penelitian.

f. Dampak Pengiring

Model latihan penelitian membawa dampak (efek) pengiring sebagai berikut:

- (1). keterampilan proses (process skills)
- (2). kreativitas,
- (3). kemandirian,
- (4). otonomi belajar,
- (5). toleran,
- (6). mengetahui, bahwa kebenaran ilmiah bersifat tentatif.

Oleh sebab itu, suatu hasil penalaran manusia yang tidak memenuhi enam kriteria ini dapat disebut sebagai teori atau pendekatan. Adapun teori merupakan pendapat seseorang yang diikuti oleh banyak orang karena kebenarannya dan kemaslahatannya dalam kehidupan bermasyarakat. Di dunia ilmu pengetahuan, agama, dan teknologi; banyak sekali teori yang dicetuskan oleh para ilmuwan dan agamawan, maupun oleh teknolog. Dalam agama Islam, madzhab dapat dipandang sebagai teori yang dicetuskan oleh seseorang yang dianut oleh banyak orang dan kebenarannya serta kemaslahatannya dalam kehidupan masyarakat sudah diuji kebenarannya.

Jenis-jenis model pembelajaran sangat banyak jumlahnya, antara lain: model pengolahan informasi, model personal, model sosial, dan model sistem perilaku. Model-model ini dapat anda pelajari sendiri dengan cara membuat makalah yang bertemakan model-model tersebut. Adapun makalah yang dimaksud berisi: latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penulisan makalah, kajian teori dan pembahasan, kesimpulan, daftar pustaka, dan lampiran. Selamat membuat makalah dan semoga sukses selalu.

B. PENDEKATAN PEMBELAJARAN

Pendekatan diartikan sebagai langkah-langkah pembelajaran yang masih bersifat filosofis, teoritis, dan aksiomatis. Ciri utama suatu pendekatan adalah: adanya basis filosofis (philosophical basis yang menelorkan prinsip dan atau hukum), basis psikologis (psychological basis yang menuju ke kemauan dan penggunaan proses pembelajaran yang menerapkan teori-teori perkembangan mental atau teori-teori belajar yang dikemukakan oleh para ahli), dan basis pedagogis (pedagogical basis yang melahirkan seni mengajar dan mendidik).

1. PENDEKATAN GENERIK DAN METODE IQRA'

Pendekatan generik dalam pembelajaran fisika diartikan sebagai langkah-langkah prosedural dalam pembelajaran fisika yang bersifat filosofis, teoritis, dan aksiomatis yang dapat digunakan untuk menumbuhkembangkan kemampuan generik (kemampuan dasar, kemampuan umum) yang dimiliki oleh murid. Kemampuan generik yang seharusnya dikembangkan dalam pembelajaran fisika antara lain:

- a. kemampuan melakukan pengamatan langsung maupun tak langsung. Kemampuan generik, umum ini mempunyai efek pengiring: (a) objektif (jujur), (b) teliti, (c) hati-hati, (d) sabar, (e) tekun, (f) disiplin, (g) taat azas, (h) mampu menggunakan panca indera dengan baik, (i) mampu menggunakan nalar yang rasional dan objektif, serta (j) mampu menumbuhkan rasa ingin tahu. Semua efek pengiring ini termasuk dalam tata nilai (*values*) atau sikap ilmiah fisikawan.
- c. kemampuan melakukan pengukuran langsung maupun tak langsung. Kemampuan ini mempunyai efek pengiring seperti nomor 1 ditambah dengan: (a) terampil memilih dan menggunakan alat ukur, (b) terampil membaca skala alat ukur dan mampu menumbuhkembangkan "*sense of scale and sense of number*", (c) terampil mengklasifikasi data dan membuat tabel data, (d) terampil menggunakan data untuk dianalisis, sehingga diperoleh kesimpulan, serta (e) terampil melakukan kegiatan ilmiah untuk memperoleh produk ilmiah dan dapat membiasakan sikap ilmiah.
- d. kemampuan menggunakan bahasa simbolis matematis (misalnya: menggunakan operator matematis, ping, poro, lan, sudo, membuat dan memaknai grafik, menggunakan operator diferensial dan integral, serta menggunakan operator laplace).
- e. kemampuan mengembangkan logika taat azas dari hukum alam, menggunakan inferensi logis, menemukan dan menggunakan hukum sebab akibat, membangun dan menggunakan model matematis, menggali dan menggunakan informasi ilmiah, berkomunikasi dengan santun, memimpin dirinya dan kelompoknya, serta kemampuan mengelola konflik dan toleran. Kemampuan-kemampuan ini dapat diklasifikasikan seperti dalam tabel 1 berikut.

f.

Tabel 1: Klasifikasi Kemampuan Generik Fisika

Metodologi (M)	Konseptualisasi (K)	Pemahaman Konsep (PK)	Aplikasi Konsep (AK)	Tata Nilai (TN)	Dimensi Sosial (DS)
Pengamatan. Pengukuran. Penalaran.	Menggunakan bahasa simbolis matematis, inferensi logis, pemikiran kritis dan penalaran yang rasional dan objektif, serta menggunakan logika taat azas untuk menemukan hukum sebab akibat, membangun model matematis, menemukan informasi ilmiah atau menarik kesimpulan.	Memahami hukum sebab akibat, hubungan korelasional antar besaran fisis, arti model matematis, informasi ilmiah, serta memahami makna hubungan antar besaran fisis.	Menggunakan hukum sebab akibat, informasi ilmiah, dan menggunakan bahasa simbolis matematis.	Jujur, teliti, hati-hati, sabar, tekun, disiplin, objektif, kreatif, kritis, ingin tahu, rasional, inovatif, serta sadar bahwa keteraturan alam merupakan desain dan ciptaan Allah SWT.	Empati, simpati, kerjasama, manajemen konflik, dan toleran.

Dengan dasar uraian tersebut, maka pembelajaran fisika sebaiknya menggunakan pendekatan generik, agar kemampuan dasar (umum) yang harus dimiliki fisikawan dapat ditumbuhkembangkan dalam diri peserta didik di SD / MI, SMP / MTs, dan SMA / MA / SMK. Oleh sebab itu, sudah selayaknya, jika guru-guru fisika di sekolah dan atau madrasah menggunakan pendekatan generik dalam pembelajaran fisika.

Metode mengajar diartikan sebagai langkah-langkah prosedural yang spesifik atau langkah-langkah pembelajaran yang operasional, sistemis, dan sistematis untuk mencapai tujuan pembelajaran yang sudah ditetapkan. Metode IQRA' berlandaskan pada ayat-ayat Al Qur'an yang turun pertama kali, yaitu: "Bacalah, atas nama Tuhanmu yang telah menciptakan; Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah; Bacalah, dan Tuhanmulah yang maha pemurah; Yang mengajar dengan kalam; Dia mengajar manusia sesuatu yang tidak diketahui".

Dalam metode IQRA' peserta didik sebaiknya diperintah untuk membaca fenomena alam, gejala alam, dan fakta alam baik yang sesungguhnya maupun yang tiruan. Peserta didik disuruh mengamati, bernalar, menemukan masalah dan memecahkan masalah dengan mengumpulkan data-data yang relevan (melakukan pengukuran), menganalisis data, serta menemukan suatu temuan yang berupa konsep, prinsip, teori, azas, aturan, atau hukum-hukum fisika melalui penalaran yang rasional dan objektif; sehingga peserta didik dapat menemukan produk ilmiah dan dapat membiasakan (membudayakan) sikap ilmiah, serta dapat menumbuhkembangkan ranah iman dan taqwa. Dengan dasar ini, maka peserta didik dapat membudayakan kerja ilmiah dan mampu membudayakan sikap ilmiah untuk memperoleh produk ilmiah. Oleh sebab itu, metode IQRA' hampir sama dengan metode eksperimen, hanya dasarnya yang berbeda.

Metode IQRA' berlandaskan (berdasarkan) pada tiga pilar kesadaran manusia, yaitu:

1. kesadaran inderawi
2. kesadaran akali, dan
3. kesadaran ruhani.

Apabila metode eksperimen berdasarkan pada dua kesadaran, yaitu: kesadaran inderawi dan kesadaran akali, maka metode IQRA' berdasarkan pada tiga pilar kesadaran manusia. Kesadaran ruhani dalam metode IQRA' digunakan sebagai landasan untuk mengembangkan ranah iman dan taqwa peserta didik. Oleh sebab itu, metode eksperimen dengan metode IQRA' berbeda dalam pelaksanaannya dan berbeda dalam evaluasinya.

Pelaksanaan metode IQRA' dapat menumbuhkembangkan ranah kognitif (cipta / akliyah), ranah afektif (rasa / imaniyah), dan ranah psikomotorik (karsa / amaliyah) peserta didik. Lebih dari itu, penerapan metode IQRA' dalam pembelajaran fisika dapat menumbuhkembangkan iman dan taqwa peserta didik. Dalam arti dapat menumbuhkembangkan kemandirian, kreativitas, dan kesadaran bahwa Allah itu maha sempurna, desainer yang maha Agung, zat yang maha kreatif, serta zat yang maha mandiri. Ranah iman dan taqwa peserta didik dapat ditumbuhkembangkan melalui diskusi kelompok atau diskusi kelas pada akhir kegiatan percobaan.

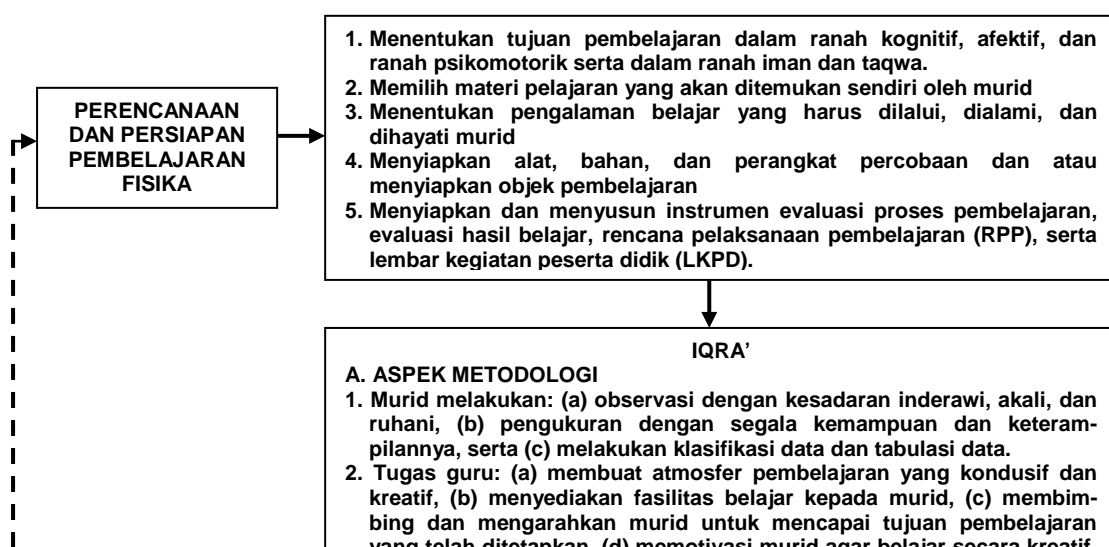
Dalam prosedur evaluasinya, metode IQRA' dalam pembelajaran fisika menuntut adanya evaluasi proses dan evaluasi produk pada ranah kognitif, afektif, dan psikomotorik; boleh dikatakan dalam penerapan metode IQRA' diperlukan penilaian hasil pembelajaran langsung dan efek pengiringnya. Lebih dari itu, penerapan metode IQRA' dalam pembelajaran fisika menuntut adanya tes atau pengamatan langsung pada kesadaran peserta didik, bahwa Alloh-lah sang pencipta alam seisinya. Dengan sembilan puluh sembilan (99) sifat Alloh, alam nyata dan alam ghoib dikelola-Nya dengan sempurna, tidak ada cacat, dan semua berguna bagi manusia.

Dengan demikian, peserta didik di jurusan pendidikan fisika dilatih untuk menerapkan model pembelajaran latihan menemukan, pendekatan generik, dan metode IQRA' dalam pembelajaran fisika. Oleh karena itu, peserta didik di jurusan pendidikan fisika diberi pengalaman belajar menemukan yang dikelak kemudian hari, jika mereka menjadi guru fisika, dapat melaksanakan pembelajaran dengan model latihan menemukan melalui penerapan pendekatan generik dan metode IQRA'.

Dalam menerapkan model belajar latihan menemukan melalui penerapan pendekatan generik dan metode IQRA' guru sebaiknya mengupayakan agar kondisi pembelajaran yang kondusif untuk belajar peserta didik dapat tercapai. Hal ini digunakan untuk menumbuhkembangkan akliyah, imaniyah, amaliyah, dan kesadaran ruhani peserta didik. Selamat mencoba, semoga sukses.

Kaitannya dengan model pembelajaran latihan menemukan, pendekatan generik, dan metode IQRA', peserta didik di jurusan pendidikan fisika dilatih melalui kegiatan praktikum. Kegiatan ini merupakan kegiatan belajar mandiri dan kegiatan yang kreatif untuk menemukan konsep, prinsip, teori, azas, aturan, dan atau hukum-hukum fisika; terutama yang diajarkan di sekolah dan atau madrasah. Setelah peserta didik di jurusan pendidikan fisika mengalami sendiri penerapan model pembelajaran latihan menemukan, pendekatan generik, dan metode IQRA'; peserta didik di jurusan pendidikan fisika diharapkan dapat memetik keuntungan-keuntungan yang bermakna dalam kehidupannya dan memetik pengalaman yang bermakna, jika nantinya para calon guru fisika dapat jadi guru fisika.

Secara ringkas langkah-langkah pembelajaran fisika yang menggunakan pendekatan generik dan metode IQRA' digambarkan sebagai berikut.



2. Pendekatan Discovery dan Pendekatan Inquiry

Kedua pendekatan ini mempunyai kesamaan, yaitu: sama-sama mempunyai basis filosofis untuk mengembangkan pengertian sains, mempunyai basis psikologis penerapan teori Bruner, dan mempunyai basis pedagogis yang ditengarai oleh kebebasan dan tidak terstrukturanya proses belajar mengajar serta inilah yang menjadikan mengajar dan mendidik merupakan ilmu dan sekaligus sebagai seni.

Namun kedua pendekatan ini mempunyai perbedaan sedikit, yaitu: pendekatan discovery diterapkan pada murid-murid yang perkembangan mentalnya masih sederhana dan pendekatan inquiry diterapkan pada murid-murid yang perkembangan mentalnya sudah kompleks dan rumit. Kompleks dan rumit disini

diartikan murid-murid sudah dalam tingkatan operasional formal dalam teori perkembangan mental dari Piaget.

Dalam pembelajaran Fisika, langkah-langkah pendekatan discovery dapat dilaksanakan sebagai berikut.

- b. sajikan suatu perangkat percobaan atau fakta alam atau gejala alam atau fenomena alam **yang berisi** masalah yang dapat dipecahkan murid,
- c. murid disuruh untuk merumuskan masalah,
- d. murid melakukan percobaan (pengamatan dan pengukuran) untuk mengumpulkan data,
- e. murid melakukan klasifikasi atau mengolong-golongkan data ke dalam tabulasi data; sehingga murid-murid dapat dengan mudah dalam memecahkan masalah yang dihadapinya,
- f. murid melakukan analisis data melalui perhitungan hubungan antar ubahan, pembuatan grafik hubungan antar ubahan, dan menginter-pretasikannya; sehingga diperoleh suatu temuan,
- g. murid merumuskan temuan,
- h. murid melakukan pembahasan, yaitu: klarifikasi temuan dengan teori yang ada atau klarifikasi temuan dengan fakta alam yang sebenarnya,
- i. murid merumuskan kesimpulan,
- j. murid menemukan beberapa penerapan hasil percobaan dalam kehidupan sehari-hari, teknologi, dan industri,
- k. murid melakukan komunikasi kepada fihak-fihak lain yang terkait, misalnya: membuat laporan percobaan, membuat artikel prosiding atau majalah regional, nasional, maupun internasional.

Langkah-langkah ini harus dilakukan murid dalam semua percobaan; sehingga murid dapat membudayakan kerja ilmiah, sikap ilmiah untuk menemukan produk ilmiah, dan membudayakan untuk menerapkan hasil percobaannya ke dalam kehidupan sehari-hari, teknologi, dan industri, serta mengomunikasikan hasil percobaannya ke fihak-fihak lain yang terkait.

Langkah-langkah pendekatan inquiry sama dengan langkah-langkah pendekatan discovery. Perbedaannya, setelah langkah merumuskan masalah, murid-murid disuruh untuk membuat hubungan antar ubahan dalam percobaan dan merumuskan hipotesis. Kemudian murid-murid disuruh untuk melakukan pengamatan dan pengukuran (eksperimen) dengan seksama untuk mengumpulkan data yang berguna untuk membuktikan hipotesis yang telah dirumuskan (dibuatnya).

3. Teori-Teori yang Berkaitan dengan Pendekatan Discovery dan Inquiry

a. Pengertian Sains (Basis Filosofis)

Sains atau Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) atau Ilmu Alamiah. IPA menurut organisasi bahan atau materi pelajarannya dapat dibagi menjadi tiga, yaitu: general science, combined science, dan integrated science. Sejak tahun 1930 sains sebagai general science sudah diajarkan di sekolah-sekolah. Sebab, murid-murid membutuhkan sains secara umum atau secara keseluruhan. Namun, saat ini, banyak ahli yang menyatakan, bahwa general science merupakan penyajian materi sains yang dangkal dibanding dengan penyajian materi mata pelajaran Biologi, Fisika, dan Kimia secara sendiri-sendiri.

Penyajian materi pelajaran secara combined science memperhatikan hubungan antara materi pelajaran Biologi, Fisika, atau Kimia. Jadi materi pelajaran yang diajarkan diharapkan ada hubungan antara Biologi, Fisika, dan Kimia. Dengan demikian ada perbedaan antara general science dan combined science, yaitu: jika general science dititik beratkan pada pengambilan bahan secara umum sedangkan combined science bertitik tolak pada koordinasi penyampaian materi pelajaran Biologi, Fisika, dan Kimia; sehingga dalam combined science ketiga mata pelajaran tersebut tetap disajikan secara terpisah. Hanya koordinasi dan hubungan antar ketiga mata pelajaran tersebut yang ditekankan.

Penyajian materi pelajaran secara integrated science merupakan tantangan terhadap ketidak puasan penyajian secara general science. Penyajian materi pelajaran secara integrated science didasarkan pada unit-unit pelajaran atau topik-topik materi pelajaran. Satu topik dari materi pelajaran ini berisi masalah-masalah yang dapat dijelaskan atau dapat dipecahkan dengan sudut pandang mata pelajaran atau ilmu Biologi, Fisika, atau Kimia. Sehingga; dalam satu topik berisi ketiga masalah dari ketiga ilmu tersebut. Sebagai contoh: air dan erosi, air sebagai penyebar penyakit, serta gas buang kendaraan transportasi udara, darat, dan laut sebagai penyumbang polusi lingkungan.

Sains adalah bangunan yang mempunyai pilar-pilar yang menyangganya. Ada enam pilar sains, yaitu:

- (1). proses sains,
- (2). produk sains,
- (3). sikap ilmiah,
- (4). komunikasi ilmiah,
- (5). aplikasi ilmiah, dan
- (6). efek ilmiah.

Enam pilar inilah yang menyangga “kehidupan” sains sejak lahir sampai saat ini.

b. Teori Bruner (Basis Psikologis)

Bruner (1960) menyatakan, bahwa belajar adalah bagaimana seseorang memilih, mempertahankan, dan mentransformasikan informasi secara aktif. Selama proses belajar berlangsung murid dibiarkan mencari dan menemukan sesuatu yang dipelajari.

Menurut Carin (1985) belajar adalah mengasimilasikan konsep atau prinsip. Belajar adalah menemukan konsep atau prinsip dengan cara, prosedur, dan proses yang dijalani sendiri oleh murid. Belajar harus melibatkan proses mental, pengalaman belajar, dan harus dapat mengembangkan proses penemuan dengan dirinya sendiri bagi murid.

Menurut Sukarno, dkk. (1973) belajar itu perlu motivasi, mempunyai tujuan, suatu proses yang kompleks, dan belajar itu perlu pengalaman. Oleh karena itu, dalam menyampaikan materi pelajaran sains perlu penyesuaian dengan tingkat perkembangan mental murid.

Dengan demikian, ada tingkat-tingkat pendekatan inquiry, yaitu:

- (1). Guided inquiry approach,
- (2). Modified inquiry approach,
- (3). Free inquiry approach, dan
- (4). Invitation inquiry approach (ajakan meneliti supaya terbentuk masyarakat inquiry atau ***community of inquiry***).

c. Basis Pedagogis

Basis pedagogis pendekatan discovery dan pendekatan inquiry antara lain:

- (1). pembelajaran bebas, dalam arti tak terbatas waktunya,
- (2). pembelajaran tidak terstruktur; hanya menganut aturan-aturan berikut:
 - (a). materi pelajaran dari yang konkrit ke yang abstrak,
 - (b). materi pelajaran dari yang mudah ke yang sulit,
 - (c). materi pelajaran dari yang sederhana ke yang kompleks.
- (3). kepandaian atau kemampuan murid terdistribusi normal, dalam arti murid yang pintar dapat bekerja dan menemukan dengan cepat, murid yang kurang pintar bekerja dan menemukan lambat, dan murid yang perlu perhatian dalam bekerja dan menemukan sangat lambat. Oleh sebab itu, sebaiknya pendekatan discovery dan pendekatan inquiry dilaksanakan dengan cara kelompok. Masing-masing kelompok beranggotakan maksimal tiga (3) murid, yaitu: murid yang pintar, sedang, dan kurang pintar / perlu perhatian.

Dalam pembelajaran Fisika dikenal pendekatan-pendekatan lain, misalnya: pendekatan keterampilan proses, pendekatan sains, teknologi, dan masyarakat, pendekatan fisika untuk semua (Physics for All Approach), pendekatan konstruktivisme, pendekatan kooperatif, pendekatan kontekstual, dan starter experiment approach (SEA). Keenam pendekatan ini dapat anda pelajari sendiri dengan cara membuat makalah tentang keenam pendekatan ini. Makalah tersebut berisi: latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan penulisan makalah, dasar teori dan pembahasan, kesimpulan, daftar pustaka, dan lampiran.

Dalam melaksanakan pendekatan discovery dan pendekatan inquiry perlu pemilihan metode mengajar yang tepat. Metode mengajar yang sebaiknya dipilih adalah: metode eksperimen, metode demonstrasi, metode diskusi, dan metode tugas.

C. METODE MENGAJAR DALAM PEMBELAJARAN FISIKA

1. Metode Eksperimen

Metode merupakan langkah-langkah prosedural yang spesifik dan sistematis untuk mencapai tujuan tertentu. Metode mengajar adalah sekumpulan prinsip-prinsip yang terkoordinir (terencana, dilakukan secara sadar, teratur, sistemik, dan sistematis) untuk melaksanakan pengajaran (untuk menyampaikan materi pelajaran) yang mempunyai tujuan tertentu.

Metode eksperimen adalah penyampaian materi pelajaran melalui latihan menggunakan alat ukur, bahan percobaan, dan perangkat percobaan yang dilakukan oleh murid secara individual atau secara kelompok untuk membuktikan atau menemukan konsep, prinsip, teori, azas, aturan, atau hukum-hukum fisika.

Eksperimen yang digunakan untuk **membuktikan** konsep, prinsip, teori, azas, atau hukum-hukum Fisika disebut **eksperimen verifikasi**. Sedangkan eksperimen yang digunakan untuk **menemukan** konsep, prinsip, teori, azas, atau hukum-hukum Fisika disebut sebagai **eksperimen menemukan** (discovery or inquiry experiment).

Metode eksperimen pada hakikatnya adalah cara penyampaian materi pelajaran yang meniru pekerjaan para fisikawan, yaitu: melakukan eksperimen atau percobaan atau penelitian fisika. Dalam kegiatan rutinnnya, para fisikawan melakukan eksperimen dengan menggunakan perangkat percobaan, dengan simulasi eksperimen yang menggunakan komputer atau alat lainnya, dan dengan menggunakan kertas dan pensil yang terkenal dengan nama eksperimen angan-angan.

Dalam melakukan eksperimen para fisikawan tidak menggunakan petunjuk atau pedoman praktikum, hanya menggunakan tujuan eksperimen sebagai pedoman kegiatannya. Dalam melakukan eksperimen para fisikawan mengandalkan rasa ingin tahunya atau sikap ilmiahnya untuk memperoleh ilmu atau produk ilmiah atas dasar prosedur penelitian yang benar atau atas dasar proses ilmiah yang benar.

Dalam pelaksanaan metode eksperimen, diperlukan petunjuk atau pedoman atau penuntun praktikum. Petunjuk praktikum Fisika seharusnya berisi langkah-langkah kerja yang melibatkan proses berfikir, prosedur kerja, kreativitas, dan kemandirian murid untuk menemukan konsep, prinsip, azas, aturan, atau hukum-hukum Fisika. Petunjuk yang berisi kegiatan-kegiatan seperti ini disebut lembar kegiatan murid (LKM) atau lembar kegiatan siswa (LKS). Tetapi ada petunjuk praktikum yang berisi langkah-langkah kerja yang sudah pasti, seperti resep membuat masakan, sehingga murid hanya bekerja seperti mesin (robot), tanpa ada pembentukan kreativitas sedikitpun; petunjuknya disebut sebagai lembar kerja murid (LKM) atau lembar kerja siswa (LKS). Dengan demikian, kita membuat suatu kesalahan, yaitu: menggunakan akronim LKM / LKS pada istilah yang berbeda. Untuk selanjutnya, digunakan istilah lembar kegiatan murid (LKM) atau lembar kegiatan siswa (LKS) bukan lembar kerja murid (LKM) atau lembar kerja siswa (LKS).

Setelah eksperimen atau percobaan selesai, sebaiknya murid disuruh untuk merumuskan temuan melalui diskusi kelas. Dengan cara ini murid sudah dilatih untuk mengemukakan pendapat dan merespon pendapat orang lain dengan santun. Dengan cara diskusi kelas murid dilatih untuk mengagumi sang pencipta yang telah menciptakan gejala alam yang lengkap dan indah, menyadari bahwa ada Tuhan yang mendisain semua kejadian di alam ini, meyakini, bahwa tidak ada Tuhan selain Allah SWT, serta murid dilatih untuk menyelaraskan diri dengan sifat-sifat Tuhan yang sempurna, misalnya sifat: adil, bijaksana, pemurah, penyayang, welas dan asih, serta sifat jujur. Dalam diskusi kelas ini murid juga dilatih untuk: mempunyai niat yang baik guna melakukan kebaikan, mentaati aturan main yang ada, mensyukuri nikmat Tuhan yang diberikan kepada kita, serta bekerja untuk mencari ridlo Allah Tuhan Yang Maha Kuasa.

Setelah diskusi kelas selesai, sebaiknya murid diberi tugas untuk menerapkan produk yang telah ditemukan ke dalam kehidupan sehari-hari, teknologi, dan industri. Setelah murid dapat memberikan contoh-contoh penerapannya, murid diberi tugas untuk membuat laporan praktikum, dengan format seperti berikut: judul

percobaan, alat dan bahan percobaan, tujuan percobaan, rumusan masalah, merumuskan hubungan antar ubahan, merumuskan hipotesis, pengumpulan data (cara kerja), data dan tabulasi data, analisis data dan pembuatan grafik hubungan antar ubahan, perumusan temuan, pembahasan (klarifikasi temuan dengan teori yang ada atau klarifikasi temuan dengan fakta alam), penarikan kesimpulan, penerapan hasil, daftar pustaka, serta lampiran. Dengan demikian, metode eksperimen sebaiknya diikuti dengan metode diskusi, dan diakhiri dengan metode tugas.

2. Metode Demonstrasi

Metode demonstrasi dalam pembelajaran Fisika adalah cara menyam-paikan materi pelajaran melalui kegiatan guru mempersiapkan perangkat percobaan dan memperlihatkan cara kerja suatu perangkat percobaan atau melakukan percobaan. Dalam kegiatan ini sebaiknya guru membimbing atau melibatkan murid-muridnya dalam hal: mengambil data dan tabulasi data. Setelah selesai dalam pengambilan data, murid-murid dilibatkan dalam diskusi kelas untuk menganalisis data, dan menginterpretasikan hasil analisis data atau dalam menemukan temuan. Setelah temuan dirumuskan, selanjutnya murid-murid dilibatkan dalam diskusi pembahasan, yaitu: klarifikasi temuan dengan teori yang ada atau klarifikasi temuan dengan fakta alam yang sebenarnya. Masih dalam situasi diskusi kelas, murid-murid dilibatkan dalam merumuskan kesimpulan dari percobaan. Setelah merumuskan kesimpulan, selanjutnya murid-murid diberi tugas untuk menerapkan kesimpulan atau hasil percobaan dalam kehidupan sehari-hari, ke dalam teknologi, dan industri. Setelah penerapan hasil, murid-murid juga diberi tugas untuk membuat laporan percobaan yang dikumpulkan minggu berikutnya. Dengan demikian, metode demonstrasi sebaiknya diikuti dengan metode diskusi dan metode tugas.

Metode demonstrasi juga dapat dilaksanakan dengan cara sebagai berikut. Guru memerintahkan kepada tiga orang murid untuk mempersiapkan perangkat percobaan dan sekaligus memperlihatkan cara kerja perangkat percobaan atau melakukan percobaan. Dalam hal ini, murid-murid yang lain disuruh untuk mengambil data dan memasukkan data ke dalam tabel data percobaan. Setelah pengambilan data selesai, guru melibatkan seluruh murid-muridnya untuk melakukan diskusi kelas. Dalam diskusi ini dipecahkan mengenai analisis data, interpretasi hasil analisis data, dan merumuskan temuan. Selanjutnya, murid-murid disuruh mendiskusikan pembahasan hasil temuan atau mengklarifikasi temuan dengan teori yang ada atau mengklarifikasi temuan dengan fakta alam yang ada. Masih dalam situasi diskusi kelas, murid-murid disuruh untuk merumuskan kesimpulan percobaan dan penerapannya ke dalam kehidupan sehari-hari, teknologi, dan industri. Setelah diskusi kelas selesai, murid-murid diberi tugas untuk membuat laporan percobaan. Dengan demikian, metode demonstrasi yang dikerjakan oleh murid juga diikuti dengan metode diskusi dan metode tugas.

***Metode mengajar masih banyak jenisnya, misalnya: metode diskusi, tugas, problem solving method, metode proyek, metode karya wisata, team teaching methode, dan metode histories. Ketujuh metode mengajar ini dapat anda pelajari sendiri melalui pembuatan makalah yang bertemakan ketujuh metode mengajar tersebut. Isi makalah ialah: latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan

penulisan makalah, kajian teori dan pembahasan, kesimpulan, daftar pustaka, dan lampiran.***

D. FUNGSI, TUJUAN, DAN RUANG LINGKUP MATA PELAJARAN SAINS

1. Fungsi Mata Pelajaran Sains

Fungsi mata pelajaran sains dalam pembelajaran antara lain:

- a. menanamkan keyakinan akan adanya Alloh Tuhan Yang Maha Esa,
- b. mengembangkan kemampuan kognitif, keterampilan, sikap, dan tata nilai ilmiah,
- c. mempersiapkan murid menjadi warga Negara yang melek IPTEKS,
- d. menguasai konsep sains untuk bekal hidup di masyarakat dan melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi.

2. Tujuan Pendidikan Mata Pelajaran Sains

Tujuan pendidikan mata pelajaran Sains antara lain:

- a. menanamkan keyakinan terhadap keagungan Alloh Tuhan Yang Maha Esa, berdasarkan keberadaan, keindahan, dan keteraturan alam ciptaan-Nya,
- b. memberikan pemahaman tentang berbagai macam gejala alam, prinsip, dan konsep sains serta keterkaitannya dengan lingkungan, teknologi, dan masyarakat,
- c. memberikan pengalaman kepada murid dalam merencanakan dan melakukan kerja ilmiah untuk membentuk sikap ilmiah,
- d. meningkatkan kesadaran untuk memelihara dan melestarikan lingkungan dan sumber daya alam,
- e. memberikan bekal pengetahuan dasar untuk melanjutkan pendidikan ke jenjang selanjutnya.

3. Ruang Lingkup Pendidikan Mata Pelajaran Sains

Ruang lingkup pendidikan mata pelajaran sains antara lain:

- a. bekerja ilmiah dan pembentukan sikap ilmiah,
- b. pemahaman konsep dan prinsip sains serta penerapannya,
- c. kaitan antara sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat.

4. Fungsi dan Tujuan Pendidikan Mata Pelajaran Fisika di SMA / MA

Fungsi dan tujuan pendidikan mata pelajaran Fisika di SMA / MA antara lain:

- a. menyadari keindahan dan keteraturan alam untuk meningkatkan keyakinan terhadap keberadaan Alloh Tuhan Yang Maha Kuasa,
- b. memupuk sikap ilmiah yang meliputi: jujur dan objektif terhadap data, terbuka dalam menerima pendapat berdasarkan bukti-bukti empiris, ulet dan tidak cepat putus asa, kritis terhadap pernyataan ilmiah, serta dapat bekerja sama dengan orang lain,
- c. memberi pengalaman untuk dapat mengajukan dan menguji hipotesis melalui percobaan,

- d. mengembangkan berfikir analitis (induktif dan deduktif, kualitatif dan kuantitatif) dengan menggunakan konsep dan prinsip Fisika untuk menjelaskan berbagai peristiwa alam dan menyelesaikan masalah,
- e. menguasai konsep dan prinsip Fisika, sehingga dapat menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari dan melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi,
- f. membentuk sikap positif terhadap Fisika.

5. Materi Pokok Mata Pelajaran Fisika di SD/MI, SMP/MTs, DAN SMA/MA

Materi pokok atau pokok bahasan mata pelajaran Fisika di SD/MI, SMP/MTs, dan SMA/MA adalah seperti tabel berikut.

Tabel 2: Materi Pokok Mata Pelajaran Fisika

No	Kelas	Materi Pokok
1	III	Benda dan sifat benda, air dan gerakannya, beberapa peristiwa alam serta bumi
2	IV	Air mempunyai sifat-sifat tertentu dan banyak kegunaannya, batuan, tanah merupakan bagian dari kerak bumi, udara dan gerakannya, bunyi, serta merancang dan membuat suatu karya
3	V	Cahaya dan penglihatan, gaya, pesawat sederhana, energi, dan panas
4	VI	Magnet, listrik, sumber energi listrik, tata surya, bentuk dan gerakan bumi, serta bulan dan karakternya
5	VII	Perkembangan sains dan kerja ilmiah, besaran dan pengukuran, zat dan wujudnya, gerak lurus, gaya dan percepatan, tekanan, energi dan usaha, serta tata surya
6	VIII	Perkembangan sains dan kerja ilmiah, suhu, kalor, getaran dan gelombang, bunyi, optika geometrik, serta alat-alat optik
7	IX	Perkembangan sains dan kerja ilmiah, listrik statis, sumber arus listrik, listrik dinamis, energi dan daya listrik, kemagnetan, serta induksi elektromagnetik
8	X	Kerja ilmiah, besaran dan pengukuran, vector, karakteristik gerak, penerapan hukum Newton. Tata surya, suhu dan kalor, cahaya, hakikat gelombang elektromagnetik, serta listrik dinamis
9	XI	Kerja ilmiah, gerak dengan analisis vector, usaha, energi, dan daya, impuls dan momentum, momentum sudut dan rotasi benda tegar, fluida, teori kinetik gas, serta termodinamika
10	XII	Kerja ilmiah, gaya listrik dan medan listrik, medan magnet, gaya lorentz dan induksi elektromagnetik, gelombang dan bunyi, radiasi benda hitam, teori atom, relativitas, zat padat dan semikonduktor, radio aktivitas, serta jagad raya.

6. Paradigma dalam Pendidikan

a. Paradigma lama dalam Pendidikan di Indonesia

Paradigma lama dalam pendidikan dan pengajaran di Indonesia dimulai sejak pendidikan dan pengajaran di PAUD, TK, SD/MI, SMP/MTs, SMA/MA. Orang tua atau wali murid pasti ingin menyekolahkan putra putrinya ke sekolah favorit. Setelah keluar dari SMA/MA orang tua juga ingin anaknya kuliah di perguruan tinggi favorit. Setelah masuk ke perguruan tinggi favorit, orang tua pasti senang sekali jika putra putrinya lulus dengan predikat cumlaude dan dapat menjadi pegawai negeri sipil (PNS) di daerahnya masing-masing.

Paradigma lama, melahirkan paham ambtenarisme yaitu paham serba negara. Pendidikan yang demikian merupakan pendidikan yang memasung kreativitas murid;

sehingga murid dididik menjadi robot-robot yang bekerja secara mekanis. Namun ada pula lulusan yang bersifat lain, yaitu: mempunyai sifat wirausaha atau lulusan yang dapat membuka lapangan kerja. Namun lulusan yang demikian jumlahnya hanya sedikit.

b. Paradigma Baru dalam Pendidikan di Indonesia

Paradigma baru pendidikan di Indonesia berdasarkan pada faham kewirausahaan. Faham ini mengharuskan pendidikan di PAUD, TK, SD/MI, SMP/MTs, dan SMA/MA/SMK:

- (1) bersifat faktual, konseptual, dan kontekstual;
- (2) berorientasi pada proses;
- (3) hasil belajar berupa kemampuan dan kepribadian;
- (4) murid ada kebebasan dan kemerdekaan;
- (5) pembelajaran menggunakan pendekatan discovery / inquiry atau pendekatan generik yang berujung pada penemuan;
- (6) evaluasi dilakukan dengan authentic assessment dan porto folio pada ranah kognitif, afektif, psikomotorik, serta ranah iman dan taqwa;
- (7) kebijakan pendidikan adalah kebijakan kolektif yang membangun adanya community of inquiry (masyarakat peneliti);
- (8) sebagian pengetahuan bermanfaat bagi murid, karena ditemukan sendiri oleh murid;
- (9) pembelajaran memperhatikan IQ, SQ, EQ, dan RQ;
- (10) lulusan berorientasi terjun ke masyarakat dan studi lanjut;
- (11) menggunakan sarana pendidikan secara maksimal;
- (12) penggunaan buku untuk referensi (acuan);
- (13) pendidikan memperhatikan secara penuh pemberdayaan fisik, akal, dan hati;
- (14) pembelajaran berbasis IQRA' (menemukan);
- (15) school based management, otonomi daerah, dan daerah memegang kendali manajemen (pengelolaan);
- (16) ada perbedaan antar sekolah;
- (17) sekolah bersifat demokratis;
- (18) sekolah terbuka bagi semua stakeholders;
- (19) sekolah bersifat fleksibel (lentur);
- (20) sekolah cenderung manusiawi, karena memperhatikan kreativitas murid dan guru;
- (21) sekolah bersifat adil, karena kebijakan berasal dari sekolah;
- (22) sekolah punya respon kreatif; serta
- (23) rencana induk pengembangan sekolah (RIPS) bersifat kreatif, karena kebijakan dari sekolah (bottom up).

Faham kewirausahaan mengakibatkan adanya era swastanisasi dan era kompetisi global, pendidikan yang memerdekakan murid, serta lulusan yang mampu membuat pekerjaan. Faham inilah yang mengilhami orang tua murid untuk memilih sekolah yang berkualitas internasional, bukan namanya yang sekolah internasional, tetapi lulusannya yang benar-benar berkualitas internasional.

c. Pembelajaran PAIKEM

Atas dasar faham kewirausahaan ini, maka pembelajaran Fisika di sekolah sebaiknya disampaikan dengan pembelajaran yang aktif, inisiatif, inovatif, kreatif, efektif, efisien, dan menyenangkan (PAIKEM). Pembelajaran PAIKEM menuntut adanya penggunaan:

- (1) berbagai model, pendekatan, dan metode mengajar yang sesuai dengan materi pelajaran dan pengalaman belajar yang harus dilalui murid; sehingga murid dapat belajar secara aktif (student centered);
- (2) berbagai media dan sumber belajar yang sesuai dengan materi pelajaran, metode mengajar, pengalaman belajar, dan evaluasi hasil belajar yang akan dilaksanakan;
- (3) berbagai jenis evaluasi hasil belajar, misalnya: evaluasi proses, evaluasi produk, authentic assessment, dan portofolio; yang penting semua outcomes pembelajaran harus dapat dievaluasi;
- (4) berbagai macam tujuan pembelajaran, misalnya: tujuan pada ranah kognitif, afektif, psikomotorik, serta ranah iman dan taqwa;
- (5) berbagai macam materi pokok pembelajaran yang bersifat tematik.

Pembelajaran PAIKEM diartikan sebagai pembelajaran yang aktif. Dengan ini, maka:

- (1) guru harus membuat situasi pembelajaran yang kondusif, dan kreatif;
- (2) pembelajaran harus berpusat kepada murid; sehingga murid dapat belajar secara aktif dan terfokus pada tujuan pembelajaran yang telah disepakati bersama atau telah ditetapkan oleh guru.

Pembelajaran PAIKEM diartikan sebagai pembelajaran yang inisiatif dan inovatif, yang bermakna: pembelajaran harus didasarkan pada inisiatif guru dan murid; sehingga keduanya mempunyai motivasi yang sama, yaitu: guru mengajar dengan model latihan menemukan, pendekatan discovery / inquiry atau pendekatan generik, serta metode eksperimen atau metode iqra'. Murid juga aktif dalam mempelajari materi yang disampaikan guru melalui eksperimen menemukan. Dengan demikian, guru harus komitmen dalam mengajar dan murid juga harus komitmen dalam belajar menemukan.

Inovatif dapat diberi makna: guru harus selalu memperbaiki dan memperbarui kondisi belajar dan mengajarnya, terutama dalam perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi hasil belajarnya harus diperbarui terus menerus secara ajeg atau kontinu. Dengan demikian, guru dan murid tidak bosan dalam menjalani proses pembelajaran yang dilakukannya.

Dalam pembaruan pembelajaran guru harus tahu mengenai:

- (1) aspek struktur materi pelajaran;
- (2) aspek isi materi pelajaran;
- (3) aspek fungsi materi pelajaran, yang terdiri dari: organisasi, adaptasi, asimilasi (yaitu: menanggapi respon dengan konsep yang telah ada), dan akomodasi (yaitu: menanggapi respon dengan konsep yang telah ada dan telah diubah).

Minimal, dalam pembelajaran dapat dikembangkan kemampuan abilitas (kecerdasan, kreativitas, dan kemandirian), serta kapabilitas (kinerja atau keterampilan) murid. Sedangkan kemampuan murid secara detail adalah sebagai berikut:

- (1) kemampuan intelektual dan keterampilan intelektual;
- (2) kemampuan dan keterampilan menggunakan konsep dalam situasi baru;
- (3) kemampuan sikap yang ditunjukkan oleh perilaku yang mencerminkan pilihan tindakan;
- (4) kemampuan hasil belajar (outcomes), prestasi belajar (tingkat-tingkat hasil belajar), yang ditunjukkan dengan informasi verbal; serta
- (5) keterampilan motorik.

Dalam pembaruan pembelajaran, guru juga harus mengetahui fase-fase belajar berikut:

- (1) motivasi;
- (2) pengenalan;
- (3) perolehan;
- (4) retensi (pengulangan);
- (5) pemanggilan;
- (6) generalisasi dalam situasi baru;
- (7) penampilan; serta
- (8) umpan balik dan umpan maju (feed back and feed for word).

Pembelajaran yang kreatif dapat dimaknai sebagai: guru kreatif dalam merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi hasil belajar murid dan murid juga kreatif dalam proses belajarnya. Kreatif adalah potensi atau kemampuan, perilaku dalam kegiatan (proses), dan produk (hasil yang dicapai oleh kreativitas guru maupun murid). Sedangkan yang dimaksud dengan berfikir kreatif adalah: berfikir divergen (menyebarkan), imajinatif, dan bekerja dengan informasi terbatas tetapi mampu mengembangkan ide dan pemikiran baru. Dengan demikian, guru dan murid dituntut untuk mengembangkan kemampuan, daya pikir, dan dimensi kreatifnya dalam pembelajaran Fisika.

Dimensi berfikir kreatif ada lima, yaitu:

- (4) fluency, yang bermakna banyak gagasan;
- (5) flexibility, yang bermakna banyak pemecahan masalah;
- (6) originality, yang bermakna banyak melahirkan gagasan yang asli dan tidak klise;
- (7) elaboration, yang bermakna dapat mengarahkan secara rinci;
- (8) redefinition, yang bermakna kemampuan diri untuk meninjau kembali permasalahan dengan perspektif yang lain.

Sedangkan ciri manusia yang kreatif ada tiga, yaitu:

- (1) kerja keras, yang bermakna manusia yang kreatif adalah pekerja yang tidak mengenal menyerah, tidak mengenal waktu, tabah, ulet, dan berani mati;
- (2) pemikir yang independen, yang bermakna manusia yang kreatif adalah pemikir yang bebas tetapi tidak pemikir yang bebas tak terbatas; namun pemikir yang berfokus pada tujuan tertentu;
- (3) ingin mencari sesuatu, yang bermakna:
 - (a) orang yang kreatif harus mempunyai jiwa ingin tahu, yaitu: suka bertanya, mengamati, mengidentifikasi, dan menafsirkan;
 - (b) orang yang kreatif mempunyai keinginan hidup ((ingin hidup), yaitu: suka melakukan eksperimen untuk memperoleh ilmu, suka menerapkan ilmu yang diperolehnya, dan dia suka jika memperoleh hasil dan kemudahan;

- (c) orang yang kreatif ingin sejahtera, yang bermakna dia selalu ingin beramal dan beragama dengan taat dan benar.

Seseorang yang kreatif selalu menjalani proses kreatif dalam kehidupannya. Adapun proses kreatif itu ada empat (4), yaitu:

- (1) saturation, yang bermakna seorang yang kreatif dapat mengalami kejenuhan dalam angan-angannya dan pemikirannya. Dengan keadaan ini, muncullah ide-ide atau pemikiran-pemikiran yang baru dan original untuk memecahkan masalah yang dihadapinya;
- (2) incubation, yang bermakna orang yang kreatif dapat mengalami inkubasi (pemerataan) pemikiran, sehingga ide-idenya yang baru itu difikirkan dari beberapa segi, misalnya: dari segi keilmuan, dari segi penerapan, dari segi kemanfaatannya, dan dari segi dampak lingkungan;
- (3) illumination, yang bermakna iluminasi (penyebar luasan) hasil yang telah dikembangkan atau hasil yang telah didapatkan;
- (4) evaluation, yaitu: verifikasi (pembuktian) atau pembuktian (klarifikasi) temuan yang dihasilkan dengan teori-teori yang ada atau pembuktian (klarifikasi) dengan fakta alam yang ada.

Sedangkan kreativitas murid ditunjukkan oleh adanya:

- (1) pengajuan masalah yang original;
- (2) perumusan hipotesis yang benar;
- (3) perencanaan eksperimen yang urut dan logis;
- (4) penafsiran (interpretasi) hasil yang tepat dan akurat;
- (5) evaluasi hasil yang komprehensif, penerapan hasil yang tepat, dan komunikasi hasil pada sasaran audience yang tepat dan santun.

Dalam pembelajaran PAIKEM, unsur efektivitas juga harus diperhitungkan; dalam arti semua pembaruan harus difikirkan dampak pembelajarannya. Apakah kemampuan dan keterampilan murid meningkat, apakah motivasi murid dalam belajar meningkat, apakah kreativitas murid dalam belajar meningkat, serta apakah kemandirian murid dalam belajar juga meningkat.

Dalam pembelajaran PAIKEM unsur efisiensi juga harus diperhitungkan, dalam arti waktu dampak atau efek pembelajaran itu cepat atau lambat. Munculnya kenaikan kemampuan, keterampilan, kreativitas, dan kemandirian itu cepat atau lambat. Dampak pembelajaran yang mudah diketahui guru adalah kesenangan murid dalam belajar. Jika murid belajar dengan senang hati, bebas, dan merdeka diharapkan murid dapat mencapai tujuan belajarnya dengan cepat. Oleh sebab itu, unsur menyenangkan hati atau psikis murid dalam pembelajaran Fisika harus diperhitungkan. Demikianlah pertimbangan-pertimbangan penerapan pembelajaran PAIKEM dalam proses belajar dan mengajar Fisika yang diharapkan dapat menghasilkan outcomes yang lebih baik dari pembelajaran lainnya. Oleh sebab itu, untuk mengetahui keberhasilan pembelajaran PAIKEM diperlukan proses dan prosedur evaluasi yang benar.

E. EVALUASI HASIL BELAJAR

1. Definisi Evaluasi Hasil Belajar

Evaluasi hasil belajar atau penilaian adalah proses pengukuran kemampuan seseorang yang disertai dengan penetapan nilai; sehingga diperoleh nilai hasil belajar yang berwujud angka atau informasi verbal yang menunjukkan tingkat kemampuan seseorang. Namun, ada juga penilaian yang dilakukan tanpa pengukuran, tetapi dengan melihat perilaku seseorang yang diukur kemampuannya dan disertai dengan penetapan nilai kemampuan orang tersebut. Jadi dalam penilaian hasil belajar ada dua proses, yaitu:

- a. proses pengukuran kemampuan seseorang yang merupakan hasil belajarnya; dan
- b. proses penetapan nilai atau tingkat-tingkat kemampuan seseorang yang disebut sebagai prestasi belajar.

2. Pelaksanaan Evaluasi Hasil Belajar

Dalam pelaksanaan evaluasi hasil belajar berkaitan erat dengan:

a. jenis tagihan

Jenis tagihan meliputi:

- (1) kuis; yaitu: pertanyaan-pertanyaan atau soal-soal yang disampaikan sebelum pelajaran dimulai atau setelah pelajaran selesai. Jika kuis disampaikan sebelum pelajaran dimulai, pertanyaan-pertanyaan tersebut digunakan untuk mengetahui kemampuan awal murid. Jika kuis disampaikan setelah pelajaran selesai, maka pertanyaan-pertanyaan tersebut digunakan untuk mengetahui keberhasilan pembelajaran yang telah dikerjakan.
- (2) pertanyaan lisan; yaitu: pertanyaan-pertanyaan yang dilontarkan guru pada saat proses pembelajaran sedang berlangsung. Pertanyaan-pertanyaan ini dimaksudkan untuk memotivasi murid, untuk menjajagi daya serap murid, dan ada pula yang digunakan sebagai tes hasil belajar murid.
- (3) ulangan harian atau ujian formatif (ujian formatif, yaitu: ujian yang dilaksanakan setelah selesainya satu kesatuan utuh dari materi pokok atau pokok bahasan dalam suatu mata pelajaran);
- (4) ulangan blok atau ulangan umum atau ulangan sumatif (ulangan sumatif, yaitu: ujian yang dilaksanakan setelah murid-murid melaksanakan pembelajaran dalam kurun waktu tertentu, misalnya: dalam satu semester atau enam bulan, atau dalam satu catur wulan atau empat bulan. Dengan demikian, ujian sumatif merupakan ujian yang dilaksanakan setelah murid-murid menyelesaikan beberapa materi pokok atau beberapa pokok bahasan secara utuh. Ulangan sumatif dilaksanakan setelah ulangan formatif dilaksanakan beberapa kali;
- (5) tugas individu, yaitu: tugas-tugas yang dibebankan kepada masing-masing murid secara individual. Dalam hal ini yang dinilai adalah laporan atau makalah atau hasil tugas dari masing-masing individu murid;
- (6) tugas kelompok, yaitu: tugas-tugas yang diberikan kepada kelompok murid. Evaluasi dikenakan kepada sekelompok murid, bukan individu murid; sehingga nilainya berupa nilai kelompok;
- (7) responsi atau ujian praktik, yaitu: ujian yang diselenggarakan setelah murid selesai melakukan praktikum secara tuntas (sesuai dengan rencana guru pembimbing praktikum). Ujian ini berupa unjuk kerja (kegiatan) murid dalam melakukan suatu percobaan. Dalam kegiatan ini murid dinilai afektif (sikapnya) dalam melakukan praktikum, keterampilannya dalam menggunakan alat ukur,

perangkat percobaan, dan bahan percobaan, serta kemampuan kognitif murid dalam menulis laporan praktikum yang telah dilaksanakan.

- (8) laporan kerja praktik, yaitu: laporan praktikum bagi murid-murid SD / MI, SMP / MTs, dan SMA / MA atau laporan praktek (kerja) bengkel atau laporan praktek kerja lapangan (PKL) jika murid-murid SMK. Laporan praktikum, biasanya, berisi: tujuan percobaan; alat dan bahan yang digunakan, rumusan masalah; hubungan antar ubahan; hipotesis; langkah kerja; data dan tabulasi data; analisis data (perhitungan data, grafik hubungan antar ubahan, dan uji beda antara hasil analisis data dengan teori yang ada atau uji beda antara hasil dua percobaan yang mempunyai tujuan yang sama tetapi dengan langkah-langkah yang berbeda); temuan; pembahasan (yaitu: klarifikasi temuan dengan teori yang ada atau klarifikasi temuan dengan fakta alam yang sebenarnya); penarikan kesimpulan; penerapan hasil percobaan, serta komunikasi hasil percobaan; daftar pustaka; dan lampiran. Sedangkan laporan praktek kerja lapangan (PKL), biasanya, berisi: latar belakang masalah; rumusan masalah; tujuan PKL; visi dan misi perusahaan tempat praktek lapangan; sejarah singkat perusahaan; langkah-langkah pengambilan data dan instrumen untuk mengumpulkan data; data dan tabulasi data (deskripsi data); analisis data dan pembahasan; kesimpulan, daftar pustaka, serta lampiran.

b. Bentuk Instrumen Tes

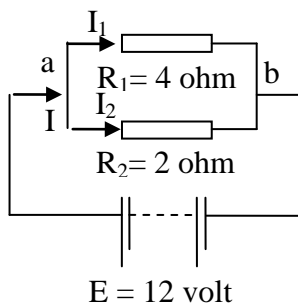
Bentuk instrumen tes meliputi:

- (1) **pilihan ganda**, yaitu: memilih beberapa pernyataan dan pernyataan-pernyataan itu yang benar hanya satu, misalnya: pernyataan D; atau memilih A jika pernyataan yang benar nomor (1) dan (3), memilih B jika pernyataan yang benar nomor (2) dan (4), memilih C jika pernyataan yang benar nomor (1), (2), dan (3), memilih D jika semua pernyataan benar, yaitu: pernyataan nomor (1), (2), (3), dan (4) benar semua, serta memilih E jika semuanya salah, yaitu: pernyataan nomor (1), (2), (3), dan (4) salah semua; atau pertanyaan yang terdiri dari pernyataan, kata sebab, dan alasan, pilihlah A jika pernyataan dan alasan benar dan keduanya memiliki hubungan sebab akibat, pilihlah B jika pernyataan dan alasan benar tetapi keduanya tidak menunjukkan hubungan sebab akibat, pilihlah C jika pernyataan benar dan alasan salah, pilihlah D jika pernyataan salah dan alasan benar, serta pilihlah E jika pernyataan dan alasan salah semua. Atau bentuk soal lainnya yang dikategorikan sebagai tes pilihan ganda.
- (2) **Uraian objektif**, yaitu: soal bentuk uraian yang jawabannya sudah pasti dan cara pengerjaannya hanya dengan satu jalan (satu alur pemikiran). Sebagai contoh: sebuah hambatan listrik dialiri arus listrik sebesar 3 amper. Jika diukur beda potensial antara ujung-ujung hambatan diperoleh beda potensial listrik sebesar 12 volt. Berapa ohm hambatan listrik tersebut ? Soal ini jawabannya pasti dan hanya satu jalur, yaitu dengan menggunakan hukum Ohm, $R = \frac{V}{I} = \frac{12\text{volt}}{3\text{amper}} = 4\text{ohm}(\Omega)$. Jadi harga hambatannya adalah 4 Ω .
- (3) **Uraian non objektif** atau uraian bebas, yaitu: soal bentuk uraian yang jawabannya sudah pasti tetapi jawaban tersebut dapat diperoleh melalui beberapa alur fikir (jalan). Sebagai contoh. Dua buah hambatan, masing-masing sebesar 4 ohm dan 2 ohm dihubungkan parallel. Kemudian kedua hambatan yang sudah terhubung parallel ini dihubungkan seri dengan

sumber tegangan listrik (E) sebesar 12 volt d.c (direct current – arus listrik searah). Berapa ampere kuat arus total yang melalui rangkaian tersebut ? Soal ini dapat diselesaikan dengan tiga alur pikir, yaitu: dengan menggunakan hukum Ohm, dengan menggunakan kaidah hubungan seri dan parallel, serta dengan kaidah hukum II Kirchhoff. Adapun penyelesaiannya adalah sebagai berikut.

Dengan hukum Ohm, yaitu: $R = \frac{V}{I}$ atau $I = \frac{V}{R}$ dalam kasus ini

$I_1 = \frac{V_{ab}}{R_1} = \frac{12}{4} = 3A$ dan $I_2 = \frac{V_{ab}}{R_2} = \frac{12}{2} = 6A$ Jadi kuat arus listrik total dalam rangkaian adalah: $I = I_1 + I_2 = 3 + 6 = 9 A$.



Dengan **kaidah-kaidah hubungan seri dan parallel**, yaitu: R₁ dan R₂ dihubungkan parallel, sehingga $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ dalam kasus ini diperoleh

$R_p = \frac{4}{3}$ ohm dan menggunakan hukum Ohm diperoleh, kuat arus listrik total dalam rangkaian adalah: $I = \frac{V_{ab}}{R_p} = \frac{12}{\frac{4}{3}} = 9A$

Dengan menggunakan **hukum II Kirchhoff**, yaitu:

loop 1, EaR₁bE, diperoleh: $V_{ab} = I_1 R_1$ atau $I_1 = \frac{V_{ab}}{R_1} = \frac{12}{4} = 3A$ dan dari loop 2, yaitu:

EaR₂bE, diperoleh: $I_2 = \frac{V_{ab}}{R_2} = \frac{12}{2} = 6A$ Jadi kuat arus listrik total yang melalui

rangkain adalah: $I = I_1 + I_2 = 3 + 6 = 9 A$.

Jadi soal tersebut dapat diselesaikan melalui tiga alur pikir, tetapi perolehannya pasti sama, yaitu $I = 9$ ampere atau dapat ditulis $I = 9 A$.

(4) **jawaban singkat** atau isian singkat, yaitu: soal tes yang memerlukan jawaban singkat atau sering disebut isian singkat. Misalnya: harga hambatan listrik berbanding lurus dengan beda potensial pada ujung-ujung hambatan dan berbanding dengan kuat arus listrik yang mengalir pada hambatan tersebut, karena adanya beda potensial antara ujung-ujung hambatan. Titik-titik

ini perlu diisi dengan singkat, yaitu: kata lurus. Jadi kalimat lengkapnya adalah: berbanding lurus.

- (5) **Menjodohkan**, yaitu: soal yang terdiri dari dua kelompok kata. Kelompok kata yang pertama berupa pernyataan dan kelompok kata yang kedua berupa jodoh dari pernyataan pada kalimat kelompok kata pertama. Testee atau murid yang dites, hanya disuruh menjodohkan antara pernyataan dan jodohnya. Sebagai contoh:

No	Pernyataan yang dijodohkan	No	Jodoh dari pernyataan
1	Massa jenis suatu benda merupakan	3	Perbandingan antara berat benda dengan volume benda
2	Berat jenis suatu benda merupakan	4	Perbandingan antara massa benda dengan volume benda

Jawaban soal ini adalah: 1 jodoh dengan 4 atau ditulis 1 – 4 dan 2 jodoh dengan 3 atau ditulis 2 – 3.

- (6) **performans** (perbuatan atau unjuk kerja), tes ini dilaksanakan apabila murid telah selesai melakukan praktikum atau kerja bengkel secara tuntas. Tes ini berupa suruhan kepada murid untuk melakukan kegiatan praktikum atau kerja bengkel dari perencanaan, pelaksanaan, sampai ada hasil akhirnya. Jadi, tes dapat berwujud lembar kegiatan murid (LKM) atau lembar kegiatan siswa (LKS) yang harus dikerjakan murid dalam waktu yang tertentu. Murid dapat dinilai sikapnya dalam melaksanakan praktikum atau kerja bengkel, keterampilannya dalam mengamati, menggunakan alat ukur, menggunakan bahan percobaan, dan menggunakan perangkat percobaan, serta kerja murid dalam kerja bengkel.
- (7) Portofolio (kumpulan karya atau tugas), yaitu: murid diberi tugas secara individual atau secara kelompok untuk mengerjakan sesuatu, misalnya: merangkum suatu bacaan, membuat kliping majalah atau surat kabar, membuat alat peraga, membuat mur dan sekrup untuk kerja bengkel, membuat artikel untuk majalah dinding atau majalah dan surat kabar, serta tugas-tugas lainnya. Tugas-tugas ini beserta nilainya dikumpulkan dalam satu stopmap folio atas nama masing-masing murid dan nilainya dimasukkan dalam daftar nilai; sehingga mempengaruhi nilai akhir masing-masing murid.

c. Analisis Instrumen

Analisis instrumen atau item tes meliputi:

(1) analisis kualitatif

Analisis kualitatif terdiri dari:

- penilaian materi, yaitu: penilaian terhadap kesamaan atau keselarasan antara kisi-kisi tes, materi tes, dan tujuan tes dengan kurikulum atau silabus yang berlaku pada saat itu (seperti saat ini adalah: kurikulum tingkat satuan pendidikan = KTSP).
- Penilaian konstruksi, yaitu: penilaian terhadap konstruksi soal-soal tes, apakah sudah sesuai dengan tingkat perkembangan mental murid, apakah sudah sesuai dengan tingkat pemahaman murid, apakah sudah sesuai dengan tingkat keterampilan murid, serta apakah sudah sesuai dengan jenis dan jenjang pendidikan murid.
- penilaian bahasa, yaitu: penilaian terhadap bahasa yang digunakan oleh soal-soal tes; apakah bahasa yang digunakan sudah menggunakan

kaidah-kaidah bahasa Indonesia yang benar, apakah soal-soal tes sudah menggunakan bahasa Indonesia yang sesuai dengan jenjang dan jenis pendidikan murid ?

(2) analisis kuantitatif

Analisis kuantitatif didasarkan pada pertimbangan-pertimbangan berikut:

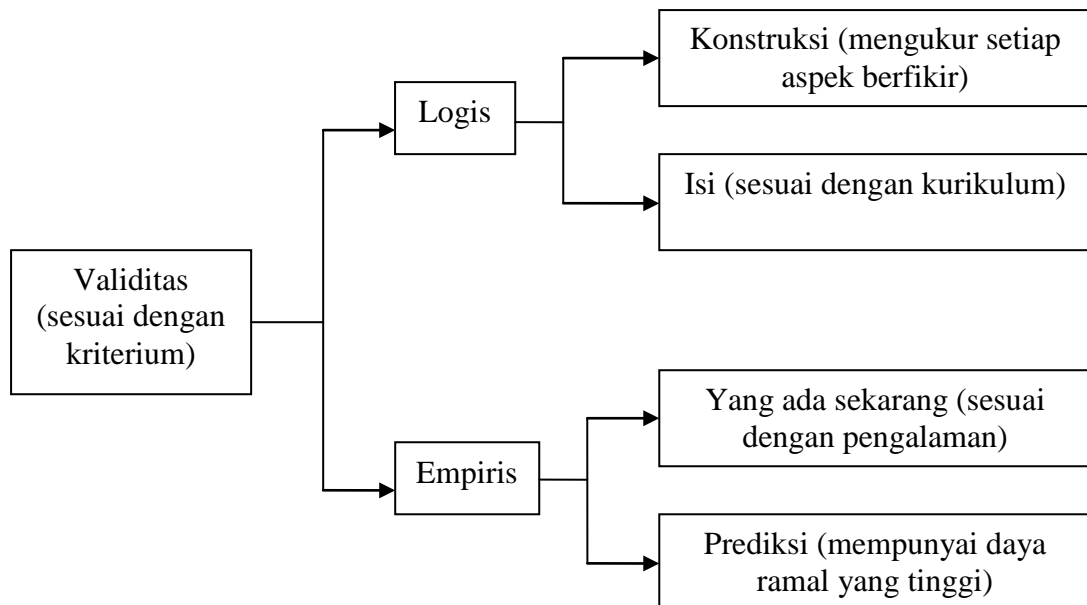
- (a) **indeks sensitivitas** atau indeks kepekaan. Harga indeks kepekaan (I_s) ditentukan oleh hasil tes awal (sebelum pembelajaran) dan tes akhir (setelah pembelajaran). Harga I_s berkisar dari $-1,0$ sampai $+1,0$. $I_s = (R_A - R_B) / T$ dengan R_A = banyaknya murid yang menjawab benar terhadap satu butir tes (item tes) pada tes akhir, R_B = banyaknya murid yang menjawab benar terhadap satu butir soal pada tes awal, dan T = banyaknya murid yang mengikuti ujian. Jika $I_s = +1,0$ pembelajaran baik sekali dan jika $I_s = -1,0$ pembelajaran jelek sekali atau pembelajaran dipertanyakan. Dengan demikian, indeks kepekaan merupakan ukuran baik atau tidaknya proses pembelajaran yang telah dilaksanakan guru dan murid secara bersama-sama.
- (b) **daya beda** atau indeks diskriminasi. Harga indeks diskriminasi (D) berkisar dari $-1,0$ sampai $+1,0$. Jika $D = -1,0$ item tes (butir soal) daya bedanya sangat rendah atau butir tes ini tidak dapat untuk membedakan antara murid yang pintar dan murid yang bodoh (kurang pintar). Jika $D = +1,0$ butir soal sangat baik, dalam arti butir soal dapat digunakan untuk membedakan murid yang pintar dan murid yang bodoh. Harga D dapat ditentukan dengan rumus: $D = [(B_A / J_A) - (B_B / J_B)] = P_A - P_B$; dengan J_A = banyaknya murid kelompok atas (kelompok pintar), J_B = banyaknya murid kelompok bawah (murid yang bodoh), B_A = banyaknya murid kelompok atas yang menjawab butir soal dengan benar, B_B = banyaknya murid kelompok bawah yang menjawab butir soal dengan benar, P_A = proporsi kelompok atas yang menjawab benar pada suatu butir soal, serta P_B = proporsi murid kelompok bawah yang menjawab pada suatu butir soal dengan benar. Dengan demikian, daya beda dapat diartikan sebagai daya suatu butir soal untuk membedakan antara murid yang pintar dan murid yang bodoh.

Adapun klasifikasi harga daya beda (D) disajikan dalam table sebagai berikut.

No	Rentang Harga Daya Beda	Keterangan
1	0,00 – 0,20	Butir soal sangat jelek
2	0,21 – 0,40	Butir soal cukup baik
3	0,41 – 0,70	Butir soal baik
4	0,71 – 1,00	Butir soal sangat baik
5	negatif	Butir soal dibuang saja

(c) Validitas

Validitas butir soal dapat dikategorikan seperti bagan berikut.



Dari diagram dapat dibaca, bahwa validitas merupakan kesesuaian antara butir soal dengan kriterium yang ada. Validitas dibagi menjadi dua, yaitu: validitas logis dan validitas empiris. Validitas logis masih dibagi dua lagi, yaitu: validitas konstruksi yang bermakna butir soal harus mengukur semua aspek berfikir murid dan validitas isi yang dapat dimaknai butir soal isinya harus sesuai dengan kurikulum. Validitas empiris juga dibagi menjadi dua, yaitu: validitas yang ada sekarang yang dimaknai butir soal harus sesuai dengan pengalaman belajar murid dan validitas prediksi yang dimaknai sebagai butir soal harus mempunyai daya ramal yang tinggi.

Harga indeks validitas prediksi dapat dicari dengan berbagai cara, salah satu diantaranya dengan menggunakan rumus korelasi product moment dari Pearson

berikut. $r_{xy} = [(\sum xy) / \sqrt{(\sum x^2)(\sum y^2)}]$ dengan

R_{xy} = koefisien korelasi product moment;

$x = X - X_{ave}$ = nilai tiap-tiap murid – nilai rata-rata yang dicapai semua murid;

$y = Y - Y_{ave}$ = nilai kriterium tiap-tiap murid – nilai rata-rata kriterium murid.

Klasifikasi interpretasi harga koefisien korelasi product moment disajikan seperti tabel berikut.

No	Harga koefisien korelasi	Keterangan
1	$0,81 \leq r_{xy} \leq 1,00$	Korelasi sangat tinggi, butir tes atau butir soal sangat baik
2	$0,61 \leq r_{xy} \leq 0,80$	Korelasi tinggi, butir tes baik
3	$0,41 \leq r_{xy} \leq 0,60$	Korelasi cukup, butir tes cukup baik
4	$0,21 \leq r_{xy} \leq 0,40$	Korelasi rendah, butir tes kurang baik
5	$0,00 \leq r_{xy} \leq 0,20$	Korelasi sangat rendah, butir tes atau butir soal jelek sekali

Harga koefisien korelasi product moment dapat berharga negative, jika diperoleh harga negative, maka hubungannya hanya dibalik saja. Harga koefisien korelasi product moment dapat diinterpretasikan dengan tabel harga r. Jika r_{xy} hitung < r tabel, maka korelasinya tidak signifikan. Tetapi harus diingat, bahwa untuk dunia pendidikan diambil taraf signifikansi 5 %, bukan taraf signifikansi 1 %. Jika r_{xy}

hitung > r tabel, maka korelasinya signifikan dengan taraf signifikansi 5 %. Kita ingat, bahwa instrumen tes dikatakan valid jika hasilnya sesuai dengan kriterium atau hasilnya mempunyai kesejajaran dengan kriterium.

(d) Reliabilitas

Reliabilitas instrumen atau tes atau butir soal atau item tes sering disebut sebagai konsistensi instrumen. Instrumen dikatakan reliabel jika selalu memberikan hasil yang sama setiap kali digunakan pada suatu subjek atau objek dalam situasi yang sama. Ini berarti butir soal akan selalu memberikan hasil yang konsisten, mantab, dan reproducible (reproducible diartikan sebagai: dapat diulang-ulang dengan prosedur yang sama serta dapat menunjukkan hasil yang sama pula).

Pengertian validitas dan reliabilitas butir soal mengisyaratkan agar butir soal evaluasi hasil belajar murid seharusnya memenuhi persyaratan validitas dan reliabilitas. Mengapa demikian ? Karena butir soal yang valid tentu mempunyai tingkat kecermatan yang tinggi atau mempunyai reliabilitas yang tinggi pula; namun butir soal yang reliabel (memenuhi persyaratan reliabilitas) belum tentu valid.

Harga reliabilitas butir soal dapat dicari dengan berbagai cara, misalnya: dengan metode ekivalen, metode tes ulang, metode belah dua, atau dengan metode Kuder dan Richardson. Ada beberapa jenis metode Kuder dan Richardson, misalnya: K-R 20 dan K-R 21. Untuk butir soal objektif (objektif tes) persamaan K-R 20 dapat digunakan untuk mencari harga reliabilitas butir soal. Persamaan K-R 20 adalah sebagai berikut.

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(\frac{s^2 - \sum pq}{s^2} \right)$$

Dengan:

r_{11} = harga koefisien korelasi Kuder dan Richardson = koefisien reliabilitas butir soal secara keseluruhan; p = proporsi murid yang menjawab butir soal dengan benar; q = proporsi murid yang menjawab butir soal dengan salah; p + q = 1 atau p = 1 - q; s = standar deviasi skor butir soal; n = jumlah butir soal dalam instrumen tes (soal tes keseluruhan); serta $\sum pq$ = jumlahan (somasi) hasil perkalian antara p dan q.

Untuk butir soal subjektif (tes subjektif = essay), harga koefisien reliabilitas butir soal dapat dicari dengan persamaan berikut.

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \tau_i^2}{\tau_j^2} \right)$$

Dengan:

r_{11} = harga koefisien reliabilitas butir soal = koefisien reliabilitas yang dihitung = koefisien alpha; n = jumlah butir soal seluruhnya; τ_i^2 = jumlah varians skor tiap-butir soal; serta τ_j^2 = jumlah varians total.

Harga koefisien korelasi yang diperoleh dari hitungan yang menggunakan persamaan alpha dapat dikonsultasikan dengan table korelasi product moment. Apakah signifikan atau tidak dengan taraf signifikansi 5 %. Jika signifikan dengan

taraf signifikansi 5 %, maka butir soal pada nomor itu (sesuai dengan nomor yang dipilih untuk dihitung reliabilitasnya) dapat digunakan sebagai butir soal yang baik. Rentang harga reliabilitas tes dan kriterianya seperti table berikut.

No	Rentang reliabilitas tes	Kriteria
1	0,81 – 1,00	Sangat tinggi, butir soal tes sangat baik
2	0,60 – 0,80	Tinggi, butir soal tes baik
3	0,41 – 0,50	Cukup, butir soal tes cukup baik
4	0,21 – 0,40	Rendah, butir soal tes kurang baik
5	0,00 – 0,29	Sangat rendah, butir soal tes sangat jelek

(e) Tingkat Kesukaran Butir Soal Tes (Instrumen)

Tingkat kesukaran instrumen tes menunjuk pada jumlah murid yang dapat menjawab dengan benar. Suatu instrumen tes dianggap baik jika memenuhi fungsinya. Artinya instrumen evaluasi hasil belajar murid itu tidak terlalu sukar dan tidak terlalu mudah untuk dikerjakan murid. Instrumen yang terlalu sukar tidak berhasil menjangkau apa yang seharusnya diketahui murid. Sedangkan instrumen evaluasi hasil belajar murid yang terlalu mudah tidak berhasil menjangkau apa yang belum diketahui murid. Dengan demikian, jika tingkat kesukaran instrumen tes diberi simbol P dan mempunyai harga nol (0,00) dan angka satu (1,00), maka instrumen tes kurang baik. Untuk mencari harga indeks

kesukaran digunakan persamaan: $P = \frac{B}{JS}$

Dengan P = harga indeks kesukaran; B = banyaknya murid yang menjawab suatu butir soal (pokok uji) dengan benar; dan JS = jumlah seluruh murid yang mengikuti tes. Indeks kesukaran dapat dikonsultasikan dengan rentang harga indeks kesukaran dan kesepakatan baik buruknya suatu butir soal (instrumen tes) evaluasi hasil belajar seperti table berikut.

No	Rentang harga indeks kesukaran	Kriteria harga indeks kesukaran
1	0,00 – 0,30	Indeks kesukaran rendah dan butir soal sukar sekali
2	0,31 – 0,70	Indeks kesukaran sedang dan butir soal sedang
3	0,71 – 1,00	Indeks kesukaran tinggi dan butir soal mudah sekali

(f) Butir Soal harus Komparabel

Butir soal harus komparabel, artinya suatu butir soal (instrumen tes) dikatakan komparabel jika hasil pengukuran dengan menggunakan instrumen itu mempunyai perbandingan yang baik dengan kriteria standar atau kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya. Hasil rata-rata dari sekelompok murid yang dites dengan instrumen yang sejenis dan parallel dapat digunakan sebagai kriteria standar. Untuk keperluan ini dapat dilakukan uji beda, misalnya dengan t_{tes} untuk membandingkannya.

(g) Objektivitas

Suatu tes atau butir soal dikatakan memiliki objektivitas, jika dalam pelaksanaan tes tidak ada unsur pribadi yang mempengaruhi proses penyekorannya. Misalnya: wah anak itu cantik, sudah saya beri nilai 8 atau A. Tes uraian bebas lebih banyak unsur pribadinya dari pada tes objektif. Faktor pribadi penilai dapat mempengaruhi hasil penilaian, karena kesan penilai terhadap murid, tulisan, bahasa, dan waktu penilaian (kondisi penilai).

(h) Praktikabilitas

Suatu tes atau sekumpulan butir soal atau item tes dikatakan memiliki praktikabilitas tinggi, jika sekumpulan butir soal atau tes tersebut bersifat praktis. Tes yang praktis adalah: sekumpulan butir soal yang

- (1) mudah dilaksanakan;
- (2) mudah pemeriksaannya;
- (3) dilengkapi dengan pedoman-pedoman yang jelas.

(i) Ekonomis

Instrumen tes atau sekumpulan butir soal atau sekumpulan item tes dikatakan ekonomis, jika instrumen tes tersebut tidak memerlukan:

- (1) biaya yang banyak;
- (2) tenaga yang banyak; dan
- (3) waktu pelaksanaan yang lama.

3. Menskor dan Menilai

Menskor sering dimaknai sebagai: scoring atau memberikan angka atau menentukan angka. Adapun menilai dimaknai sebagai memberikan nilai. Skor adalah hasil pekerjaan menskor (scoring) yang diperoleh dengan menjumlahkan angka-angka bagi setiap butir soal tes yang dijawab benar oleh murid.

Sedangkan nilai adalah angka ubahan dari skor yang sudah dijadikan satu dengan skor-skor lainnya dan telah disesuaikan pengaturannya dengan suatu standar tertentu. Dalam menskor diperlukan kunci jawaban, kunci scoring, dan pedoman penilaian. Sebagai contoh.

a. Tes Bentuk Benar Salah

Pedoman scoring bentuk tes benar salah digunakan rumus: $S = R - W$ dengan S = skor / angka, R = right * benar, dan W = wrong (salah). Sebagai contoh: jumlah soal ada 10, yang benar 8, dan yang salah ada 2. Jadi $S = 8 - 2 = 6$. Angka 6 adalah skor bukan nilai.

b. Tes Bentuk Pilihan Ganda dengan 3 Pilihan, yaitu: A, B, dan C

Untuk menskor tes pilihan ganda dengan tiga pilihan dapat digunakan rumus: $S = R - [W / (N - 1)]$ dengan S = skor, R = right (jumlah jawaban yang benar), W = wrong (jumlah jawaban yang salah, dan N = jumlah option atau jumlah pilihan. Sebagai contoh: ada butir soal sejumlah 10 soal dengan pilihan ada tiga, yaitu: A, B, dan C. Banyaknya jawaban yang benar ada 8 dan banyaknya jawaban yang salah ada 2. Dengan menggunakan persamaan: $S = 8 - [2 / (3 - 1)] = 7$. Angka 7 adalah angka bukan nilai tetapi skor. Untuk soal yang menggunakan pilihan empat (A, B, C, dan D) atau lima (A, B, C, D, dan E) dapat menggunakan persamaan yang sama. Cuma jumlah optionnya yang berbeda.

c. Tes Bentuk Uraian

Tiap langkah pada jawaban tes bentuk uraian diberi angka tersendiri, kemudian angka-angka ini dijumlahkan, sehingga diperoleh angka total. Angka total ini bukan nilai tetapi skor, kecuali jika diperjanjikan sebagai nilai yang dicapai oleh murid atau testee.

Beda skor dan nilai dapat diilustrasikan sebagai berikut. Skor maksimum yang diharapkan adalah 40. Abu (seorang murid) memperoleh skor 32, jika rentang nilai dari 0,00 sampai 100, maka nilai Abu = $N = (32 / 40) \times 100 = 80$. Jadi nilai Abu = $N = 80$. Jika Abu dimasukkan dalam kriteria belajar tuntas, Abu sudah masuk dalam kriteria berhasil, karena sudah melebihi 75 % dari 100. Abu kemudian diberi materi pengayaan.

4. Pelaporan Hasil Penilaian

Hasil penilaian dapat berwujud nilai (angka) atau deskripsi kualitatif terhadap kompetensi dasar yang telah dikuasai murid. Hasil penilaian dapat dilaporkan kepada: murid, orang tua atau wali murid, sekolah, dan masyarakat peneliti. Oleh sebab itu, hasil penilaian dapat dimanfaatkan oleh: murid, orang tua atau wali murid, guru, dan peneliti.

F. SILABUS DAN RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)

1. Silabus

Dalam Peraturan Menteri Pendidikan Nasional (Permendiknas) Republik Indonesia (RI) Nomor 22 Tahun 2006, dinyatakan bahwa silabus merupakan rencana pembelajaran pada suatu mata pelajaran yang dapat disusun untuk satu semester, satu tahun, dua tahun, tiga tahun, empat tahun, lima tahun, atau enam tahun; bergantung pada jenjang pendidikan yang berlaku. Misalnya: untuk SD / MI enam tahun, untuk SMP / MTs tiga tahun, dan untuk SMA / MA tiga tahun.

Silabus memuat:

- a. identitas mata pelajaran atau tema pelajaran;
- b. standar kompetensi dan kompetensi dasar (SK) dan (KD);
- c. materi pembelajaran;
- d. kegiatan pembelajaran yang terdiri dari kegiatan guru dan murid serta alokasi waktu kegiatan;
- e. indikator pencapaian kompetensi;
- f. penilaian yang terdiri dari proses dan prosedur penilaian;
- g. alokasi waktu; serta
- h. sumber belajar.

Silabus dikembangkan oleh satuan pendidikan berdasarkan standar isi (SI), standar kompetensi lulusan (SKL), dan panduan penyusunan kurikulum tingkat satuan pendidikan (KTSP). Dalam pelaksanaan pengembangan silabus dapat disusun oleh guru secara individual yang sama dengan mata pelajaran yang ada dalam RPP, atau guru secara kelompok yang serumpun dengan mata pelajaran dalam RPP, misalnya: guru-guru yang tergabung dalam musyawarah guru mata pelajaran (MGMP) Fisika, atau Sains (IPA), atau di pusat kegiatan guru (PKG) Fisika atau IPA, atau di dinas departemen pendidikan nasional tingkat kabupaten atau kota madya.

Untuk pendidikan dasar (SD dan SMP) pengembangan silabus menjadi tanggung jawab bersama antara guru mata pelajaran dan dinas diknas kabupaten atau kotamadya. Untuk SMA dan SMK (sekolah menengah kejuruan) penyusunan dan pengembangan silabus menjadi tanggung jawab guru mata pelajaran dan dinas

diknas provinsi; sedangkan untuk MI/ MTs / MA / MAK menjadi tanggung jawab guru mata pelajaran dan kanwil depag provinsi.

2. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) merupakan perencanaan pembelajaran yang aktual, faktual, konseptual, dan kontekstual yang benar-benar hendak dilaksanakan di kelas, laboratorium, bengkel, dan di lapangan. Jadi RPP benar-benar suatu rencana pembelajaran yang disusun oleh guru mata pelajaran dan dilaksanakan oleh guru tersebut dalam kegiatan pembelajaran yang telah ditetapkan tujuan pembelajarannya serta ada proses dan prosedur evaluasinya.

Prakteknya RPP menyangkut pembelajaran di kelas yang berbeda-beda karakter muridnya, berbeda-beda keadaan psikologis murid-muridnya, berbeda-beda kondisi kelasnya, serta berbeda-beda waktunya; maka RPP untuk jam pertama berbeda dengan RPP jam terakhir; RPP untuk kelas XII.A berbeda dengan RPP untuk kelas XII.B. Hal ini dikarenakan ada perbedaan esensial antara jam pertama dan jam terakhir. Untuk jam pertama murid-murid masih “fres”, belum lelah, belum lapar, dan belum tergesa-gesa pulang. Untuk jam terakhir murid-murid sudah resah, sudah lelah, sudah lapar, sudah tergesa-gesa pulang, malahan sering sudah ada murid-murid yang bersiap-siap untuk pulang, serta murid-murid sudah loyo. Oleh sebab itu, ada perbedaan keadaan psikologis murid-murid pada jam pertama dan pada jam terakhir atau pada kelas XII.A atau kelas XII.B; sehingga RPPnyapun berbeda-beda. Namun jika teori ini diikuti oleh guru, maka pekerjaan guru sangat banyak dan cukup berat. Oleh karena itu, guru mata pelajaran sebaiknya menyusun RPP per topik saja, misalnya:

- a. Pengukuran, Besaran, dan Satuan;
- b. Satuan Internasional dan Satuan Baku Lainnya;
- c. Gerak Lurus;
- d. Gerak Lurus Beraturan;
- e. Gerak Lurus Berubah Beraturan;
- f. Gerak Jatuh Bebas;
- g. Gerak Melingkar Beraturan;
- h. Gerak Melingkar Berubah Beraturan;
- i. Gerak Parabola, demikian seterusnya sesuai dengan SK dan KD mata pelajaran yang diajarkan.

Dalam permendiknas nomor 22 tahun 2006 tentang standar isi untuk satuan pendidikan dasar dan menengah disebutkan, bahwa:

- a. RPP dijabarkan dari silabus untuk mengarahkan kegiatan belajar murid untuk mencapai kompetensi dasar (KD);
- b. Setiap guru berkewajiban menyusun RPP secara lengkap dan sistematis agar pembelajaran berlangsung secara (i2m3apk2p) interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, dan memotivasi murid untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian, serta psikologi murid;
- c. RPP disusun untuk setiap kompetensi dasar (KD) yang dapat dilaksanakan dalam satu kali pertemuan;

- d. Guru merancang penggalan RPP untuk setiap pertemuan, jika satu RPP tidak dapat diselesaikan dalam satu pertemuan dan yang disesuaikan dengan penjadwalan di sekolah.

Dalam permendiknas nomor 22 tahun 2006 ditegaskan, bahwa komponen RPP terdiri atas:

- a. identitas mata pelajaran yang meliputi: satuan pendidikan, kelas, semester, program atau program keahlian, mata pelajaran atau tema pelajaran, dan jumlah pertemuan (jika satu RPP tidak dapat selesai dalam satu pertemuan);
- b. standar kompetensi (SK);
- c. kompetensi dasar (KD);
- d. indikator pencapaian kompetensi, yaitu: perilaku yang dapat diukur dan atau diobservasi untuk menunjukkan ketercapaian kompetensi dasar tertentu yang menjadi acuan penilaian mata pelajaran. Indikator pencapaian kompetensi dirumuskan dengan menggunakan kata kerja operasional yang dapat diamati dan diukur yang mencakup pengetahuan, sikap, dan keterampilan. Dengan demikian, indikator pencapaian kompetensi sama dengan tujuan pembelajaran umum (TPU) atau tujuan instruksional umum (TIU) pada kurikulum sebelum kurikulum berbasis kompetensi (KBK) dan kurikulum tingkat satuan pendidikan (KTSP);
- e. tujuan pembelajaran yang menggambarkan proses dan hasil belajar yang diharapkan dicapai oleh murid sesuai dengan kompetensi dasar (KD). Dengan demikian, tujuan pembelajaran yang dimaksud disini seperti tujuan pembelajaran khusus (TPK) atau tujuan instruksional khusus (TIK) pada kurikulum sebelum KBK dan KTSP berlaku;
- f. materi ajar yang memuat fakta, konsep, prinsip, dan prosedur yang relevan serta ditulis dalam bentuk butir-butir sesuai dengan rumusan indikator pencapaian kompetensi;
- g. alokasi waktu yang ditentukan sesuai dengan keperluan untuk pencapaian KD dan beban belajar;
- h. metode pembelajaran yang digunakan oleh guru untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar murid mencapai KD dan indikator yang telah ditetapkan. Pemilihan metode pembelajaran disesuaikan dengan situasi dan kondisi murid serta karakteristik dari setiap indikator dan kompetensi yang hendak dicapai pada setiap mata pelajaran. Perlu diketahui, bahwa pendekatan tematik digunakan untuk murid kelas I sampai kelas III SD / MI;
- i. kegiatan pembelajaran yang terdiri atas:
 - (1) pendahuluan yang merupakan kegiatan awal dalam suatu pertemuan pembelajaran yang ditujukan untuk membangkitkan motivasi dan memfokuskan perhatian murid untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran;
 - (2) kegiatan inti yang merupakan proses pembelajaran untuk mencapai KD. Kegiatan pembelajaran dilakukan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi murid untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik dan psikologis murid. Kegiatan ini dilakukan secara sistematis dan sistemik, melalui proses eksplorasi, elaborasi, dan konfirmasi.
 - (3) Kegiatan penutup yang merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mengakhiri aktivitas pembelajaran yang dapat dilakukan dalam bentuk

- rangkuman atau kesimpulan, penilaian, refleksi, umpan balik, dan atau tindak lanjut.
- j. penilaian hasil akhir. Dalam kegiatan penilaian hasil akhir perlu ditulis dan dicermati prosedur dan instrumen penilaian proses dan hasil belajar yang disesuaikan dengan indikator pencapaian kompetensi dan mengacu pada standar penilaian;
 - k. sumber belajar. Penentuan sumber belajar didasarkan pada SK, KD, indikator pencapaian kompetensi, materi ajar, dan kegiatan pembelajaran.

Dalam permendiknas nomor 22 tahun 2006 ditegaskan, bahwa prinsip-prinsip penyusunan RPP ada enam, yaitu:

- a. memperhatikan perbedaan individu murid;
- b. mendorong partisipasi aktif murid;
- c. mengembangkan budaya membaca dan menulis;
- d. memberikan umpan balik dan tindak lanjut (penguasaan, pengayaan, dan remidi);
- e. keterkaitan dan keterpaduan antara SK, KD, indikator, materi ajar, kegiatan pembelajaran, penilaian, dan sumber belajar dalam satu keutuhan pengalaman belajar murid; serta
- f. menerapkan teknologi informasi dan komunikasi.

Pada saat ini perubahan dan inovasi pendidikan dan pembelajaran di Indonesia harus diutamakan pada bagian terkecil pendidikan, yaitu: guru dalam melaksanakan kegiatan mengajar dan murid dalam kegiatan belajar. Peranan guru harus bergeser dari “apa yang akan dipelajari” ke “bagaimana menyediakan dan memperkaya pengalaman belajar murid”. Pengalaman belajar murid dapat diperoleh melalui serangkaian kegiatan untuk mengeksplorasi alam melalui interaksi aktif murid dengan teman, lingkungan, dan nara sumber lainnya.

Pendidikan Fisika pada khususnya dan pendidikan IPA pada umumnya menekankan pada pemberian pengalaman langsung agar murid mampu menjelajah dan memahami alam secara ilmiah. Pendekatan mengajar dalam pendidikan Fisika sebaiknya memadukan antara pengalaman proses dan pemahaman Fisika dalam bentuk hand-on-activity. Pendekatan yang paling cocok dengan karakter hand-on-activity adalah pendekatan *discovery*, pendekatan *inquiry*, dan pendekatan generik dengan metode IQRA'. Oleh sebab itu, pendidikan Fisika diarahkan untuk “mencari tahu” dan “berbuat”; sehingga murid memperoleh pemahaman yang mendalam tentang alam, dapat menanggapi isu-isu lokal, nasional, dan isu-isu global; dapat menilai secara kritis perkembangan Fisika dan teknologi yang mempunyai dampak yang luar biasa; serta dapat memilih karier dengan tepat.

Perubahan dan inovasi pendidikan di Indonesia seharusnya ditujukan kepada bagian yang terkecil dari pendidikan, yaitu: pembelajaran. Oleh sebab itu, inovasi pembelajaran harus diupayakan dengan membuat RPP yang lengkap. Guru Fisika harus melaksanakan pembelajaran yang aktual, faktual, konseptual, dan kontekstual berdasarkan RPP yang ditulis. Guru Fisika sebaiknya mempunyai rasa sabar dan tawakal dalam mendidik putra putrinya di rumah dan mendidik murid-muridnya di sekolah.

Untuk itu, buatlah RPP lengkap untuk satu topik materi pelajaran Fisika di SMA. RPP ini harus dilengkapi dengan LKM atau LKS dan instrumen evaluasinya. Instrumen evaluasi meliputi: kisi-kisi evaluasi, butir-butir soal atau item tes yang digunakan, kunci jawaban, serta rubrik penilaian. Rubrik penilaian juga dibuat karena tujuan pembelajaran Fisika itu ada pada ranah kognitif, afektif, psikomotorik, serta pada ranah iman dan taqwa.

Adapun contoh rubrik penilaian pada ranah afektif seperti tabel berikut.

No	Aspek yang Dinilai	Skor	Kriteria Penilaian
1	Objektivitas (Kejujuran)	5	Murid menuliskan hasil pengamatan dan pengukuran sesuai dengan pembacaan skala pada alat ukur dan keadaan benda (objek) yang diukur (apa adanya), serta menuliskan analisis datanya sesuai dengan hasil pengamatan, pengukuran, dan kaidah-kaidah angka penting.
		4	Murid menuliskan hasil pengamatan dan pengukurannya sesuai dengan pembacaan skala pada alat ukur dan sesuai dengan keadaan benda (objek) yang diukur (apa adanya) serta menggunakan kaidah-kaidah angka penting.
		3	Murid mereka-reka (memanipulasi) hasil pengamatan dan pengukurannya agar sesuai dengan pembacaan skala pada alat ukur yang digunakannya.
		2	Murid memanipulasi data, sehingga hasil pengamatan dan pengukurannya tidak sesuai dengan alat ukur yang digunakan.
		1	Murid menyontek hasil pengamatan dan pengukuran teman-temannya dan penulisan hasilnya masih salah.

BAB 2

MATERI PENUNTUN PRAKTIKUM PEMBELAJARAN FISIKA DI SEKOLAH

A. TUNTUNAN PELAKSANAAN PERCOBAAN

Dalam materi penuntun praktikum pembelajaran Fisika di sekolah ini dituliskan judul percobaan, tujuan percobaan yang dibagi menjadi: tujuan dalam ranah kognitif, afektif, psikomotorik, serta tujuan dalam ranah iman dan taqwa. Dituliskan juga alat dan bahan yang diperlukan dalam percobaan dan lembar kegiatan peserta didik (LKPD). Dengan ini, materi penuntun praktikum dapat digunakan sebagai lampiran rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) di sekolah dan atau madrasah.

Dalam lembar kegiatan peserta didik (LKPD) dituliskan langkah-langkah yang harus dilakukan peserta didik untuk melaksanakan pengamatan dan pengukuran yang digunakan untuk mengumpulkan data. Dalam LKPD juga dituliskan perintah-perintah atau pertanyaan-pertanyaan kreatif yang mengarah pada pembuatan tabel data, analisis data, dan cara-cara menarik suatu temuan. Temuan dalam percobaan ini kemudian diklarifikasi dengan teori-teori yang ada dalam buku referensi, majalah, atau jurnal ilmiah, dan atau fakta alam yang dikenal dengan proses pembahasan yang menghasilkan kesimpulan dalam percobaan. Akhirnya kesimpulan ini boleh dihafalkan serta dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari, teknologi, dan dapat diaplikasikan dalam industri. Kesimpulan percobaan ini juga dapat dikomunikasikan kepada pihak-pihak lain yang terkait dengan santun melalui laporan percobaan dan atau tulisan artikel ilmiah yang dapat diterbitkan dalam jurnal-jurnal ilmiah.

Dengan uraian ini, jelas bahwa LKPD diartikan sebagai langkah-langkah kreatif dan inovatif yang digunakan sebagai dasar melaksanakan pengamatan, pengukuran, tabulasi data, analisis data, dan upaya menarik suatu temuan yang pada akhirnya dapat digunakan sebagai dasar untuk melaksanakan aplikasi ilmiah dan komunikasi ilmiah. Hal ini berbeda dengan pengertian lembar kerja peserta didik yang juga disingkat sebagai LKPD. LKPD ini dapat diartikan sebagai langkah-langkah yang sudah pasti untuk melakukan suatu percobaan dan mengambil kesimpulan. Ini berarti, LKPD (lembar kerja peserta didik) persis seperti petunjuk masak memasak; sehingga menghasilkan manusia robot yang terampil dalam melakukan praktikum, bukan manusia yang kreatif dan inovatif yang dapat melakukan eksperimen (percobaan / praktikum) fisika.

Uraian ini menjelaskan perbedaan konseptual antara lembar kegiatan peserta didik yang disingkat LKPD dan lembar kerja peserta didik yang disingkat pula sebagai LKPD. Perlu diketahui bersama, bahwa akronimnya sama, yaitu: LKPD, namun pengertiannya berbeda.

Laporan percobaan ada dua, yaitu: laporan sementara dan laporan resmi. Laporan sementara dibuat setelah percobaan selesai yang berisi: cara kerja dan tabulasi data, tanda tangan peserta percobaan dan tanda tangan pembimbing percobaan, serta hari dan tanggal percobaan.

Sedangkan laporan resmi dibuat setelah percobaan selesai dan diserahkan kepada pembimbing percobaan pada saat melakukan percobaan berikutnya (seminggu setelah percobaan selesai). Laporan resmi berisi antara lain: Judul percobaan, tujuan percobaan, masalah yang hendak dipecahkan, hipotesis yang menggambarkan hubungan antar ubahan, cara kerja, tabulasi data, analisis data, gambar grafik yang melukiskan hubungan antar ubahan yang diteliti, temuan, pembahasan, yaitu: klarifikasi temuan dengan teori yang ada atau dengan fakta alam yang sebenarnya, kesimpulan yang berupa konsep, prinsip, teori, azas, aturan, atau hukum-hukum fisika, contoh-contoh penerapan hasil, daftar pustaka, dan lampiran yang berisi laporan sementara dan lainnya yang berkaitan dengan temuan atau kesimpulan yang ada. Jangan lupa, laporan resmi diserahkan kepada pembimbing percobaan seminggu setelah percobaan selesai dilakukan.

B. PENUNTUN PRAKTIKUM PEMBELAJARAN FISIKA DI SEKOLAH

PERCOBAAN 1: BESARAN, PENGUKURAN, SATUAN, DAN ANGKA PENTING

1. TUJUAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat **menemukan hubungan** antara besaran, pengukuran, satuan, dan angka penting dengan benar.

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat teliti, hati-hati, tekun, sabar, dan kreatif dalam melakukan percobaan pengukuran besaran fisis dengan menggunakan berbagai alat ukur yang skala terkecilnya berbeda-beda.

c. Ranah Psikomotorik

Peserta didik diharapkan terampil dalam menggunakan penggaris dengan skala terkecil yang berbeda-beda, jangka sorong, dan mikrometer sekrup untuk mengukur panjang, lebar, tinggi, luas permukaan, dan volume benda beraturan serta terampil dalam mengaitkan hasil pengukurannya dalam hubungan matematisnya dan angka penting yang diperoleh.

d. Ranah Iman dan Taqwa

Peserta didik menyadari bahwa kaidah-kaidah alam itu amat sederhana, namun manusia sulit untuk menemukannya. Karena apa ? Karena kekurangtahuan manusia terhadap fakta alam atau gejala alam.

2. ALAT DAN BAHAN

- a. Penggaris dengan skala terkecil yang berbeda-beda, jangka sorong, dan mikrometer sekrup.
- b. Kubus logam, balok kayu, dan silinder.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- a. Siapkan alat dan bahan percobaan.
- b. Ukurlah rusuk kubus dengan menggunakan penggaris yang berbeda-beda skala terkecilnya, jangka sorong, dan menggunakan mikrometer sekrup.
- c. Buatlah tabel hasil pengamatan anda dan masukkan datanya ke dalam tabel yang anda buat.
- d. Hitunglah luas permukaan kubus dengan menggunakan kaidah-kaidah angka penting dan perhitungan ralatnya berdasarkan hasil pengukuran anda (penggaris dengan bermacam-macam skala terkecil, jangka sorong, dan mikrometer).
- e. Ukurlah panjang, lebar, dan tinggi balok kayu dengan menggunakan penggaris yang berbeda-beda skala terkecilnya, jangka sorong, dan menggunakan mikrometer sekrup.
- f. Buatlah tabel hasil pengamatan anda dan masukkan datanya ke dalam tabel yang anda buat.
- g. Hitunglah luas permukaan balok dan volume balok dengan menggunakan kaidah-kaidah angka penting dan perhitungan ralat berdasarkan hasil pengukuran anda (penggaris dengan bermacam-macam skala terkecil, jangka sorong, dan mikrometer).
- h. Ukurlah diameter dan panjang silinder dengan menggunakan penggaris yang berbeda-beda skala terkecilnya, jangka sorong, dan menggunakan mikrometer sekrup.
- i. Buatlah tabel hasil pengamatan anda dan masukkan datanya ke dalam tabel yang anda buat.
- j. Hitunglah luas permukaan silinder dan volume silinder dengan menggunakan kaidah-kaidah angka penting dan perhitungan ralat berdasarkan hasil pengukuran anda (penggaris dengan bermacam-macam skala terkecil, jangka sorong, dan mikrometer).
- k. Apakah kesimpulan yang dapat anda tarik dari pengukuran rusuk kubus, perhitungan luas permukaan kubus, dan volume kubus ? Adakah hubungan antara angka penting dengan skala terkecil alat ukur yang anda gunakan ? Jika ada, beri penjelasannya, jika tidak, beri penjelasannya pula ! Tulislah dalam buku laporan anda ! Tulislah aplikasi dari kesimpulan yang anda peroleh dalam buku laporan anda !
- l. Apakah kesimpulan yang dapat anda tarik dari pengukuran panjang, lebar, dan tinggi balok, perhitungan luas permukaan balok, dan volume balok ? Adakah hubungan antara angka penting dengan skala terkecil alat ukur yang anda gunakan ? Jika ada, beri penjelasannya, jika tidak, beri penjelasannya pula ! Tulislah dalam buku laporan anda ! Tulislah aplikasi dari kesimpulan yang anda peroleh dalam buku laporan anda !
- m. Apakah kesimpulan yang dapat anda tarik dari pengukuran panjang dan diameter silinder, perhitungan luas permukaan silinder, dan volume silinder ? Adakah hubungan antara angka penting dengan skala terkecil alat ukur yang anda gunakan ? Jika ada, beri penjelasannya, jika tidak, beri penjelasannya pula ! Tulislah dalam buku laporan anda ! Tulislah aplikasi dari kesimpulan yang anda peroleh dalam buku laporan anda !

- n. Diskusikan dengan teman-teman anda mengenai proses penemuan pengamatan dan pengukuran dalam eksperimen fisika ! Apa yang diamati dan mengapa harus diukur ? Siapakah yang menciptakan semua benda mempunyai ukuran ? Mengapa semua benda harus mempunyai ukuran dan apakah manfaatnya bagi manusia ? Jelaskan dengan singkat dan tepat dalam laporan anda !
- o. Kemas perangkat percobaan anda dan kembalikan pada tempatnya semula.

PERCOBAAN 2: HUBUNGAN DIAMETER KELERENG DENGAN VOLUME KELERENG

1. TUJUAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat menemukan hubungan antara volume kelereng (V) dengan diameter kelereng (D), $V = \frac{4}{3}\pi R^3 = 0,523D^3$, serta dapat menerapkan hubungan tersebut dalam kehidupan sehari-hari.

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat teliti, hati-hati, tekun, sabar, dan kreatif dalam melakukan percobaan untuk menemukan hubungan antara volume kelereng (V) dengan diameter kelereng (D). $V = \frac{4}{3}\pi R^3 = 0,523D^3$.

c. Ranah Psikomotorik

Peserta didik diharapkan dapat terampil dalam menggunakan gelas ukur untuk mengukur volume benda dan terampil dalam menggunakan jangka sorong untuk mengukur diameter kelereng.

d. Ranah Iman dan Taqwa

Peserta didik diharapkan dapat menyadari, bahwa manusia itu kecil sekali di hadapan sang pencipta, karena untuk menemukan hubungan antara volume kelereng dengan diameter kelereng saja sulit, karena kurang biasa melakukan penelitian.

2. ALAT DAN BAHAN

- a. Gelas ukur dan jangka sorong
- b. Beberapa kelereng dengan diameter yang berbeda-beda dan air secukupnya.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- a. Siapkan alat dan bahan percobaan.
- b. Ukurlah diameter kelereng dengan jangka sorong, misalnya diperoleh hasil D_1 , D_2 , dan D_3 .
- c. Ukurlah volume kelereng dengan gelas ukur, misalnya diperoleh hasil V_1 , V_2 , dan V_3 .
- d. Buatlah tabel hasil pengamatan dan masukkan data ke dalam tabel yang anda buat.

- e. Buatlah grafik hubungan antara V vs D , dengan D sebagai absisnya dan V sebagai ordinatnya dalam kertas grafik.
- f. Buatlah grafik hubungan antara V vs D^2 , dengan D^2 sebagai absisnya dan V sebagai ordinatnya dalam kertas grafik.
- g. Buatlah grafik hubungan antara V vs D^3 , dengan D^3 sebagai absisnya dan V sebagai ordinatnya dalam kertas grafik.
- h. Dari ketiga grafik tersebut, hitunglah $\tan \alpha$ – nya ! Apakah anda dapat menghitung $\tan \alpha$ dari ketiga grafik tersebut ? Jika dapat, jelaskan; jika tidak, anda juga dapat menjelaskan ! Tulislah dalam buku laporan anda !
- i. Grafik mana yang harga $\tan \alpha$ – nya mendekati nilai 0,523 ? Jika anda peroleh $\tan \alpha$ mendekati nilai 0,523; kesimpulan apakah yang dapat anda tarik ? Apakah $\tan \alpha = \frac{V}{D^3}$ atau $V = 0,523D^3$. Jadi, apakah $V = \frac{\pi}{6} D^3$?
- j. Diskusikan dengan teman-teman anda mengenai penemuan rumus $V = \frac{\pi}{6} D^3$.
Bagaimanakah cara mengukur volume bumi, bulan, dan matahari atau planet-planet lainnya ? Apakah prosesnya rumit ? Berapakah volume alam semesta ini ? Bagaimana cara mengukur volume alam semesta ini ? Bagaimanakah proses penciptaannya ? Siapakah yang menciptakan alam semesta ini ? Tulislah hasil diskusi anda dalam buku laporan anda !
- k. Bacalah buku-buku referensi yang ada dan tulislah kesimpulan dan aplikasi kesimpulan yang anda peroleh dalam buku laporan anda !

PERCOBAAN 3: MASSA JENIS BENDA PADAT

1. TUJUAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat menemukan hubungan antara massa benda (m) dan volume benda (V) yang harganya tetap serta mampu menerapkan hubungan tersebut dalam kehidupan sehari-hari.

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat teliti, hati-hati, tekun, dan objektif (jujur) dalam menggunakan timbangan untuk mengukur massa benda dan gelas ukur untuk mengukur volume benda.

c. Ranah Psikomotorik

Peserta didik diharapkan dapat terampil dalam menggunakan timbangan untuk mengukur massa benda dan gelas ukur untuk mengukur volume benda serta dapat terampil dalam menemukan hubungan antara massa benda dan volume benda yang harganya selalu tetap untuk setiap jenis benda ($\rho = \frac{m}{V} \text{ kgm}^{-3}$).

d. Ranah Iman dan Taqwa

Peserta didik diharapkan dapat menyadari, bahwa alam ini didesain sedemikian rupa hebatnya, sehingga dapat digunakan manusia dengan santun dan semestinya.

2. ALAT DAN BAHAN

- a. Timbangan atau neraca dan kelengkapannya serta gelas ukur
- b. Berbagai macam dan jenis benda, misalnya: tembaga dan besi serta air secukupnya.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- a. Siapkan alat dan bahan percobaan.
- b. Timbanglah besi dan tembaga yang berbentuk silinder dari ukuran yang kecil sampai ukuran yang besar dengan timbangan (neraca) yang tersedia, misalnya: untuk silinder besi dari yang terkecil sampai terbesar diperoleh $m_1, m_2, m_3, m_4, \text{ dan } m_5$; untuk silinder tembaga dari yang terkecil sampai yang terbesar diperoleh $m'_1, m'_2, m'_3, m'_4, \text{ dan } m'_5$. dengan satuan gram (g) atau kilogram (kg).
- c. Ukurlah volume silinder besi dan tembaga dengan gelas ukur yang tersedia, misalnya: untuk silinder besi dari yang terkecil sampai yang terbesar diperoleh $V_1, V_2, V_3, V_4, \text{ dan } V_5$; untuk silinder tembaga dari yang terkecil sampai yang terbesar diperoleh $V'_1, V'_2, V'_3, V'_4, \text{ dan } V'_5$. dengan satuan mililiter (mL) atau centimeter kubik (cc) atau meter kubik (m^3).
- d. Bandingkan harga massa dari benda yang sejenis dengan volumenya. Apakah anda peroleh harga yang mendekati tetap ? Jika ya, apakah kesimpulan yang dapat anda tarik ?
- e. Gambarlah grafik m vs V (untuk silinder besi) dengan m sebagai ordinat dan V sebagai absisnya dalam kertas grafik dalam buku laporan anda ! Gambarlah grafik m' vs V' (untuk silinder tembaga) dengan m' sebagai ordinat dan V' sebagai absisnya dalam kertas grafik dalam buku laporan anda ! Perhatikan grafik yang telah anda buat ! Apakah kesimpulan yang dapat anda tarik dari kedua grafik ini ?
- f. Bacalah buku referensi yang ada ! Berapakah harga massa jenis besi dan tembaga dalam buku referensi tersebut ? Tuliskan harga-harganya ! Bandingkan dengan hasil percobaan anda ! Apakah hasilnya sama persis atau hampir sama atau melenceng jauh ? Jika melenceng jauh, ulangi percobaan anda ! Jika hampir sama harga-harganya, apa sebabnya terjadi perbedaan ? Tulislah penjelasan anda dalam buku laporan anda !
- g. Diskusikan dengan teman-teman anda, apa manfaat adanya massa jenis suatu benda ? Apakah manfaatnya bagi manusia sangat banyak ? Tulislah manfaat adanya massa jenis suatu benda bagi manusia dalam laporan anda!

PERCOBAAN 4: PERCEPATAN GRAVITASI BUMI DI SUATU TEMPAT

1. TUJUAN

a. Ranah Kognitif

Setelah selesai percobaan peserta didik diharapkan dapat menemukan harga percepatan gravitasi di suatu tempat ($g = \frac{W}{m}$ dengan satuan N / kg) dan dapat menggunakan hasil percobaannya dalam kehidupan sehari-hari, serta dapat membedakan massa benda dengan berat benda dengan benar.

b. Ranah Afektif

Dalam melakukan percobaan peserta didik diharapkan dapat teliti, hati-hati, objektif (jujur), dan sabar dalam menggunakan neraca untuk mengukur massa benda dan dinamometer untuk mengukur berat benda.

c. Ranah Psikomotorik

Peserta didik diharapkan dapat terampil dalam menggunakan neraca untuk mengukur massa benda dan terampil dalam menggunakan dinamometer untuk mengukur berat benda, serta terampil dalam melakukan percobaan untuk menemukan harga percepatan gravitasi di suatu tempat.

d. Ranah Iman dan Taqwa

Peserta didik diharapkan mampu membedakan antara massa dan berat suatu benda dan mampu menganalisis mengapa keduanya berbeda. Apabila gravitasi bumi dinolkan oleh sang pencipta, apa yang terjadi ? Apakah kita dapat menelan minuman dan makanan seperti saat ini ? Apakah kalau kita “pipis”, air pipis dapat menyebar kemana-mana ? Apa yang terjadi dengan benda-benda di sekeliling anda jika gravitasi bumi dinolkan oleh sang pencipta ? Apakah anda dapat mengendarai sepeda motor, mobil, kapal laut, dan pesawat terbang ? Maha kuasa, maha bijaksana, dan maha kreatif Allah Tuhan yang maha pengasih dan maha penyayang kepada semua makhluknya.

2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

- Neraca untuk mengukur massa benda dengan satuan gram (g) atau kilogram (kg) dan dinamometer untuk mengukur berat benda dengan satuan dyne (dyn) atau newton (N).
- Silinder yang terbuat dari besi dan tembaga, dengan berbagai ukuran, dari yang terkecil sampai yang terbesar.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- Siapkan alat dan bahan percobaan.
- Timbanglah massa kubus dengan neraca, misalnya: untuk silinder besi dari yang terkecil sampai yang terbesar diperoleh m_1 , m_2 , dan m_3 ; untuk silinder tembaga diperoleh m'_1 , m'_2 , dan m'_3 .
- Buatlah tabel data hasil pengamatan dan pengukuran anda dan masukkan datanya ke dalam tabel yang telah anda buat.
- Ukurlah berat dengan dinamometer, misalnya: untuk silinder besi dari yang terkecil sampai yang terbesar diperoleh W_1 , W_2 , dan W_3 ; untuk silinder tembaga dari yang terkecil sampai yang terbesar diperoleh W'_1 , W'_2 , dan W'_3 .
- Buatlah tabel data hasil pengamatan dan pengukuran anda dan masukkan datanya ke dalam tabel data yang telah anda buat.
- Hitunglah harga perbandingan antara W dan m untuk masing-masing jenis silinder. Apakah anda peroleh harga yang tetap ? Jika anda peroleh harga yang tetap berapa harganya ?
- Bacalah buku referensi yang ada ! Berapa harga percepatan gravitasi bumi di Yogyakarta ? Tulislah hasil bacaan anda ! Cocokkan dengan hasil percobaan anda ! Apakah harganya persis sama atau hampir sama atau melenceng jauh ? Jika melenceng jauh, ulangi percobaan anda ! Jika hampir sama, mengapa terjadi perbedaan antara hasil bacaan pada referensi dan hasil percobaan yang anda lakukan ? Tulislah penjelasan anda ke dalam buku laporan anda !

- h. Gambarlah grafik W vs m dengan W sebagai ordinatnya dan m sebagai absisnya dalam kertas grafik ! Apakah grafik yang anda peroleh berupa garis lurus mendatar atau miring atau dalam bentuk lain ? Jika grafik yang anda peroleh berupa garis lurus yang miring, kesimpulan apakah yang dapat anda tarik ? Tulislah kesimpulan anda dalam buku laporan dan aplikasikan kesimpulan yang anda peroleh dalam kehidupan sehari-hari ?
- i. Diskusikan dengan teman-teman anda mengenai perbedaan massa dan berat suatu benda ? Berapakah massa bumi, bulan, dan matahari ? Apakah bumi mempunyai berat ? Jika bumi mempunyai berat, apa alasannya dan jika tidak mempunyai berat apa alasannya ? Apakah manfaat diciptakannya suatu benda mempunyai massa sendiri-sendiri ? Tuliskan hasil diskusi anda ke dalam laporan percobaan anda !
- j. Bagaimana cara mengukur massa Bumi dan berat Bumi ? Jelaskan jawaban anda !
- k. Bagaimana cara mengukur massa Matahari dan berat Matahari ? Jelaskan jawaban anda !
- l. Bagaimana cara mengukur kecepatan rotasi dan revolusi dari Bumi, Matahari, Bulan, dan Planet-planet lainnya ? Jelaskan jawaban anda !

PERCOBAAN 5: AYU NAN MATEMATIS

1. TUJUAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat menemukan hubungan antara panjang tali ayunan (l) dan periode ayunan (T) dalam persamaan $g = 4\pi^2 \frac{l}{T^2}$ atau $\frac{g}{4\pi^2} = \frac{l}{T^2}$ atau $C = \frac{l}{T^2}$ dengan $C = \frac{g}{4\pi^2}$ serta mampu menggunakan persamaan ini dalam kehidupan sehari-hari.

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat hati-hati, teliti, objektif (jujur), dan kreatif dalam melakukan percobaan ayu nan matematis, terutama dalam mengukur sudut θ , panjang tali, dan mengukur massa beban.

c. Ranah Psikomotorik

Peserta didik diharapkan dapat terampil dalam menggunakan rolmeter untuk mengukur panjang tali ayunan, terampil dalam menggunakan jam henti untuk mengukur periode ayunan, serta dapat terampil dalam memilih benang dan massa ayunan dengan tepat. Mahasiswa diharapkan juga terampil dalam memilih sudut ayunan (θ), sehingga diperoleh $\sin \theta \sim \theta$.

d. Ranah Iman dan Taqwa

Peserta didik diharapkan mampu menyadari betapa sulitnya untuk menemukan hubungan yang sederhana dari rahasia alam yang diciptakan sang pemilik alam. Betapa bahagiannya para ilmuwan yang dapat membongkar rahasia alam dengan

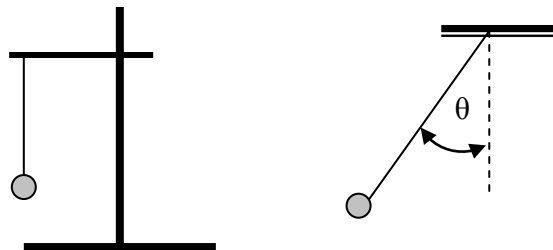
sifat ingin tahu, kerja ilmiah, dan dapat menemukan kesimpulan yang dapat diterapkan dalam kehidupan.

2. ALAT DAN BAHAN

- Rolmeter untuk mengukur panjang tali ayunan, jam henti untuk mengukur periode ayunan, dan neraca untuk mengukur massa beban.
- Statip, benang, dan beberapa beban.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- Siapkan alat dan bahan percobaan, rangkailah alat dan bahan percobaan seperti gambar 1 berikut.
- Ukurlah panjang benang, misalkan hasilnya adalah: l_1 .
- Simpangkan benang dengan sudut ayunan θ yang kecil ($\theta \leq 10^\circ$), sehingga $\sin \theta \sim \theta$. Ayunkan beban dan ukurlah periode ayunannya, misalkan hasilnya adalah: T_1 . Hitunglah harga $(T_1)^2$. Awasi jangan sampai benang kendur dan terpelin, sehingga ayunan menjadi ayunan terpuntir.
- Buatlah tabel hasil pengamatan dan pengukuran anda dan masukkan datanya ke dalam tabel yang telah anda buat.



Gambar 1: Alat dan Percobaan Ayunan Matematis

- Ulangi percobaan a s.d d dengan panjang tali yang berbeda-beda; sehingga diperoleh hasil: l_2, T_2 , dan $(T_2)^2$, l_3, T_3 , dan $(T_3)^2$, l_4, T_4 , dan $(T_4)^2$, l_5, T_5 , dan $(T_5)^2$, dst. Masukkan data ini ke dalam tabel yang anda buat.
- Buatlah grafik l vs $(T)^2$ dalam kertas grafik dengan l sebagai ordinat dan $(T)^2$ sebagai absisnya. Apakah anda peroleh bentuk grafik kuadratis ataukah linier? Dari grafik yang anda gambar (peroleh), hitunglah harga $\tan \alpha$ – nya. Harga $\tan \alpha$ ini sama dengan $g / 4 \pi^2$, dengan demikian harga percepatan gravitasi bumi dapat anda hitung, yaitu: $g = 4 \pi^2 \tan \alpha$.
- Ukurlah massa beban yang digantungkan pada tali dengan panjang tali = 1 meter. Misalkan massa beban pertama = m_1 gram atau kilogram. Ayunkan beban dan ukurlah periode ayunannya, misalkan = T_1 serta hitunglah kuadrat periode ayunannya, misalkan = T_1^2 .
- Ulangi langkah g berkali-kali dengan cara menambah bebannya; sehingga diperoleh: m_2, T_2 , dan $(T_2)^2$; m_3, T_3 , dan $(T_3)^2$; m_4, T_4 , dan $(T_4)^2$; serta m_5, T_5 , dan $(T_5)^2$.
- Buatlah grafik m vs $(T)^2$ dalam kertas grafik dengan m sebagai ordinat dan $(T)^2$ sebagai absisnya! Apakah anda peroleh bentuk grafik kuadratis atau linier? Dari grafik yang anda gambar kesimpulan apakah yang anda peroleh? Apakah besar kecilnya massa beban mempengaruhi harga periodenya (T)? Apakah

besar kecilnya massa beban mempengaruhi harga percepatan gravitasi ?
Tulislah kesimpulan anda dalam buku laporan praktikum !

- j. Dari hasil pengamatan, pengukuran, perhitungan, dan analisis data yang anda lakukan, kesimpulan apakah yang dapat anda tarik ? Tulislah kesimpulan dan aplikasi kesimpulan yang anda peroleh dalam buku laporan ! Apakah anda dapat menemukan hubungan antara percepatan gravitasi dengan panjang tali ayunan dan kuadrat periode ayunan ? Jika dapat, tulislah model matematis dari kesimpulan yang anda peroleh ke dalam buku laporan anda.
- k. Diskusikan dengan teman-teman anda, apabila percepatan gravitasi bumi dinolkan oleh sang pencipta, akibatnya apa ? Apa sebab bumi mempunyai percepatan gravitasi ? Apakah matahari juga mempunyai percepatan gravitasi ? Bagaimana cara mengukurnya ? Tulislah hasil diskusi anda dalam laporan anda !

PERCOBAAN 6: GERAK LURUS

1. TUJUAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat menemukan hubungan antara jarak (x) dan waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak tersebut (t) serta dapat menemukan apakah gerak suatu benda dikatakan sebagai gerak lurus, gerak lurus beraturan, atau gerak lurus berubah beraturan. Mahasiswa juga diharapkan dapat menggunakan prinsip kecepatan dan percepatan dalam kehidupan sehari-hari.

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat teliti, hati-hati, objektif (jujur), dan kreatif dalam melakukan pengukuran jarak dan waktu tempuhnya, serta dalam membedakan antara percobaan gerak lurus dan gerak lurus berubah beraturan.

c. Psikomotorik

Mahasiswa diharapkan dapat terampil dalam menggunakan rolmeter untuk mengukur jarak dan jam henti untuk mengukur waktu. Peserta didik juga diharapkan terampil dalam memvariasi besarnya jarak yang ditempuh oleh suatu benda.

d. Ranah Iman dan Taqwa

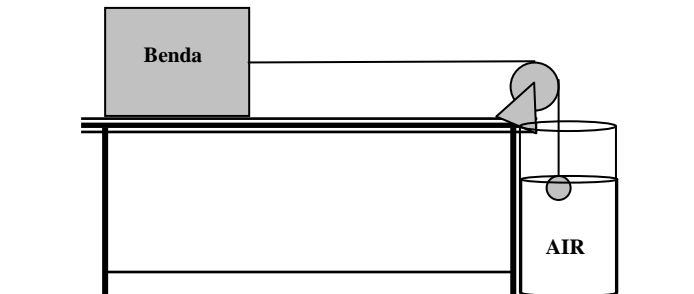
Peserta didik diharapkan mampu menyadari, bahwa benda dapat bergerak karena ada penyebabnya. Siapakah sebenarnya yang menggerakkan alam seisinya ? Alam seisinya dapat bergerak teratur, rapi, dan terkendali. Namun alam juga berubah semakin acak, semakin tak teratur, yang mengakibatkan entropi alam bertambah, dan akhirnya rusak. Kapan rusaknya alam ? Hanya sang pencipta dan desainer alam semesta yang mengetahuinya.

2. ALAT DAN BAHAN

- a. Rolmeter untuk mengukur jarak atau perpindahan benda dan jam henti untuk mengukur waktu yang digunakan untuk menempuh perpindahan tersebut.
- b. Benda (kereta luncur), benang, beban, tabung gelas, dan air (oli) secukupnya.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- a. Siapkan alat dan bahan percobaan.
- b. Rangkailah alat dan bahan percobaan seperti gambar 2 berikut.



Gambar 2: Rangkaian Alat dan Bahan Percobaan Gerak Lurus

- c. Cobalah terlebih dahulu, sebelum air dituangkan dalam tabung gelas, apakah benda dapat bergerak karena adanya beban ? Jika sudah dapat bergerak, apakah pengukuran perpindahan dan waktu yang diperlukan dapat dilakukan, dalam arti waktunya teramati dan terukur ?
- d. Jika sudah siap semuanya, lakukan percobaan sebenarnya dengan langkah-langkah berikut.
- e. Beri tanda / garis mulai dan akhir gerak pada meja. Tuangkan air ke dalam tabung gelas, sehingga beban tenggelam secukupnya. Peganglah benda kuat-kuat dan lepaskan pada tanda / garis mulai bersamaan dengan menekan tombol jam henti serta tekan tombol jam henti pada tanda / garis akhir gerak.
- f. Ukurlah jarak perpindahan (x) dan bacalah waktu yang diperlukan untuk gerak benda (t).
- g. Ulangi langkah e dan f berkali-kali, buatlah tabel data percobaan, dan masukkan data ke dalam tabel percobaan yang telah anda buat dalam buku laporan percobaan.
- h. Berdasarkan pada data yang anda peroleh, gambarkan grafik x vs t dalam kertas grafik yang telah anda sediakan, dengan x sebagai ordinatnya dan t sebagai absisnya.
- i. Bagaimanakah bentuk grafik yang anda peroleh ? Berbentuk garis lurus mendatar atau garis lurus yang miring ? Jika berbentuk garis lurus mendatar, kesimpulan apakah yang dapat anda tarik ? Jika berbentuk garis lurus yang miring, kesimpulan apakah yang dapat anda tarik ? Tulislah kesimpulan anda dalam buku laporan percobaan !
- j. Dari percobaan yang anda lakukan, apakah sebenarnya kecepatan itu ? Apakah sebenarnya kelajuan itu ? Tulislah penjelasan anda serta persamaan kecepatan dan kelajuan ke dalam buku laporan percobaan !
- k. Dari percobaan yang anda lakukan, apakah sebenarnya percepatan itu ? Apakah sebenarnya perlajuan itu ? Tulislah penjelasan anda serta persamaan percepatan dan perlajuan ke dalam buku laporan percobaan.
- l. Apakah manfaat dipasangnya tabung gelas yang berisi air dalam percobaan ? Tulislah penjelasan anda dalam buku laporan percobaan.
- m. Tulislah aplikasi kesimpulan yang anda peroleh dari percobaan ke dalam kehidupan sehari-hari ! Tulislah dalam buku laporan percobaan.

- n. Diskusikan dengan teman-teman anda, siapakah yang menggerakkan alam semesta ini ? Apakah semua komponen alam semesta itu bergerak dengan dirinya sendiri tanpa ada yang menggerakkan ? Tulislah hasil diskusi anda ke dalam buku laporan praktikum anda !

Catatan.

Untuk percobaan ini diperlukan tabung gelas yang panjang sekali yang diisi air atau oli. Dengan demikian, gaya gesekan antara air atau oli dengan beban dalam tabung dapat sama dengan gaya ke bawah (gaya berat) beban yang akhirnya beban dapat bergerak lurus beraturan dan bendanya juga dapat bergerak lurus beraturan.

PERCOBAAN 7: KOEFSISIEN GESEKAN STATIS ANTARA BENDA DAN BIDANG

1. TUJUAN

a. Ranah Kognitif

Setelah percobaan peserta didik diharapkan dapat menemukan prinsip koefisien gesekan statis (μ_s) antara benda dan bidang dan mampu menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari, teknologi, dan industri.

b. Ranah Afektif

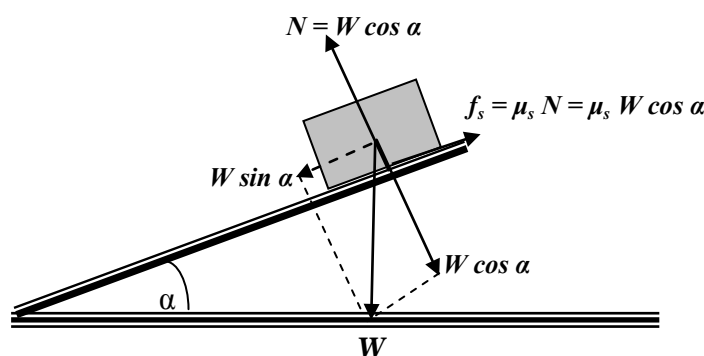
Setelah percobaan peserta didik diharapkan dapat teliti, hati-hati, dan objektif (jujur) dalam menentukan benda yang hampir bergerak pada bidang miring.

c. Ranah Psikomotorik

Setelah percobaan peserta didik diharapkan dapat terampil dalam melakukan penentuan benda yang hampir bergerak pada bidang miring dan terampil dalam mengukur sudut kemiringannya.

d. Ranah Iman dan Taqwa

Benda dapat bergerak karena adanya gaya internal maupun gaya eksternal. Gaya internal dapat berasal dari gaya berat benda. Jika benda yang berada pada bidang, kemudian bidang dimiringkan, maka gaya internal (gaya berat benda) beraksi. Untuk jelasnya perhatikan gambar 3 berikut.



Gambar 3: Gaya-Gaya pada Benda yang ada pada Bidang Miring

Komponen gaya berat $W \sin \alpha$ diimbangi oleh gaya gesek benda dengan bidang, yaitu: $f_s = \mu_s N = \mu_s W \cos \alpha$. Apabila benda hampir bergerak, maka kedua gaya ini sama, sehingga $W \sin \alpha = \mu_s W \cos \alpha$ dan $\mu_s = \tan \alpha$. Oleh sebab itu, manusia seharusnya sadar, bahwa amal (gerak) seseorang dapat berasal dari motivasi

intrinsik (pemicu dari dalam diri orang) dan motivasi ekstrinsik (pemicu dari luar diri orang).

2. ALAT DAN BAHAN

- Busur derajat untuk mengukur sudut kemiringan papan (bidang)
- Benda dengan kekasaran permukaan yang berbeda-beda dan papan panjang yang agak kasar.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- Siapkan alat dan bahan percobaan.
- Letakkan benda dengan kekasaran permukaannya (μ_1) dan luas permukaannya (A_1) pada papan panjang dan angkatlah papan perlahan-lahan ke atas, sehingga benda hampir bergerak, seperti gambar 3. Pada saat benda hampir bergerak, ukurlah sudut kemiringan papan (α) dengan busur derajat. Hitunglah harga $\sin \alpha$, $\cos \alpha$, dan $\tan \alpha$. Buatlah tabel hasil percobaan dan masukkan data ke dalam tabel yang telah anda buat.
- Ulangi langkah percobaan b berkali-kali dengan benda yang kekasaran permukaannya berbeda-beda (μ_2 , μ_3 , dan μ_4) dan luas permukaannya berbeda-beda (A_2 , A_3 , dan A_4), sehingga diperoleh suatu kepastian, bahwa benda hampir bergerak. Masukkan data hasil percobaan anda ke dalam tabel yang telah anda buat. Hitunglah harga $\sin \alpha$, $\cos \alpha$, dan $\tan \alpha$ yang anda peroleh dari setiap percobaan ! Apakah harganya selalu tetap atau berubah-ubah ? Jika harganya selalu tetap atau hampir sama, kesimpulan apakah yang dapat anda tarik ? Tulislah kesimpulan anda dan persamaannya dalam buku laporan. Jika kekasaran permukaan sama dan harga yang anda peroleh berubah-ubah, ulangi percobaan anda.
- Dari hasil percobaan anda, gambarkan grafik $\sin \alpha$ vs $\cos \alpha$, dengan $\sin \alpha$ sebagai ordinat dan $\cos \alpha$ sebagai absisnya untuk berbagai kekasaran permukaan dan untuk luas permukaan yang berbeda-beda.
- Bagaimanakah bentuk grafik yang anda peroleh, apakah berbentuk garis lurus mendatar atau garis lurus yang miring. Apabila grafik berbentuk garis lurus mendatar, kesimpulan apakah yang dapat anda tarik ? Apabila grafik berbentuk garis lurus yang miring, kesimpulan apakah yang dapat anda peroleh ? Tuliskan kesimpulan dan penjelasannya dalam buku laporan ! Apakah benar berlaku persamaan $\mu_s = \tan \alpha$? Apakah μ_s bergantung pada luas permukaan, kekasaran permukaan yang bersentuhan, dan massa benda ? Jelaskan dalam buku percobaan anda !
- Diskusikan dengan teman-teman anda, apakah benar ada motivasi intrinsik dan motivasi ekstrinsik dalam diri anda ? Jika benar, apakah manfaatnya bagi diri anda ? Siapakah yang memunculkan motivasi intrinsik dalam diri anda ? Apakah diri anda sendiri atau ada kekuatan dari luar yang memunculkannya ? Tulislah hasil diskusi anda ke dalam buku laporan praktikum anda !

PERCOBAAN 8: HUKUM-HUKUM NEWTON TENTANG GERAK

1. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Setelah percobaan peserta didik diharapkan dapat:

- (1) menemukan sifat lembam suatu benda.
- (2) menemukan hubungan antara percepatan yang dialami benda yang bermassa jika padanya diberi gaya luar yang harganya lebih besar dari sifat lembamnya.
- (3) menemukan hubungan antara gaya aksi dan gaya reaksi serta menggambarannya dengan benar.
- (4) menerapkan hukum-hukum Newton tentang gerak dalam kehidupannya.

b. Ranah Afektif

Setelah percobaan peserta didik diharapkan dapat:

- (1) hati-hati, teliti, tekun, objektif (jujur), dan mampu menumbuhkembangkan rasa ingin tahunya dalam menemukan kelembaman suatu benda dan dalam menentukan hubungan antara percepatan yang dialami benda dengan massa benda dan gaya yang bekerja pada benda.
- (2) Hati-hati dan teliti dalam menggunakan dynamometer untuk mengukur gaya yang bekerja pada suatu benda.

c. Ranah Psikomotorik

Setelah percobaan peserta didik diharapkan dapat:

- (1) terampil dalam menggunakan dynamometer untuk mengukur harga gaya yang bekerja pada suatu benda
- (2) terampil dalam menggunakan penggaris, neraca, dan jam henti yang digunakan dalam percobaan.

d. Ranah Iman dan Taqwa

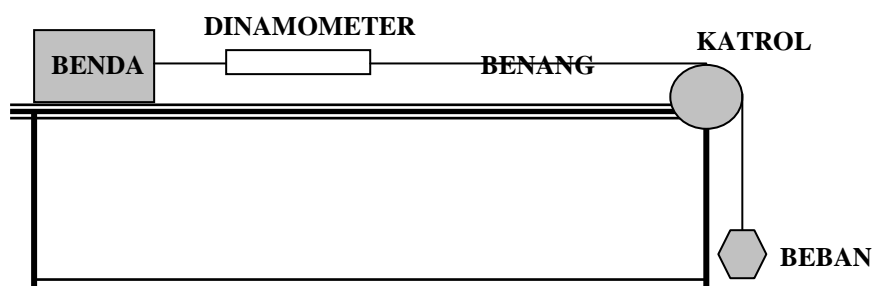
Setelah percobaan dan diskusi kelompok selesai peserta didik diharapkan dapat menyadari, bahwa benda dapat bergerak jika ada gaya yang bekerja padanya dan gaya tersebut lebih besar dari kelembaman benda. Bumi, planet, dan matahari dalam tata surya kita mempunyai massa yang sangat besar, sehingga mempunyai kelembaman yang sangat besar. Untuk menggerakkan tata surya kita dan galaksi lainnya diperlukan gaya yang sangat besar. Oleh karena itu, maha besar Allah yang dapat menggerakkan langit seisinya dengan kecepatan yang sangat teratur, rapi, dan ajeg.

2. ALAT DAN BAHAN

- a. Dynamometer untuk mengukur harga gaya luar yang dikerjakan pada benda dan berat beban, penggaris untuk mengukur perpindahan benda karena adanya gaya luar yang bekerja pada benda, neraca untuk mengukur massa benda, serta jam henti (hand phone) sebagai pengukur waktu yang diperlukan oleh benda yang bergerak.
- b. Papan panjang, beban, benda, katrol, dan benang.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- a. Siapkan alat dan bahan percobaan seperti gambar 4 berikut.



- b. Sebagai percobaan pelopor, timbanglah benda dengan neraca, sehingga diperoleh massa benda (m). Timbanglah beban dengan dinamometer, sehingga diperoleh berat beban (W). Rangkailah benda, dinamometer, dan beban seperti gambar 4 dan pegang erat-erat benda. Kemudian benda dilepaskan perlahan-lahan. Apakah benda hampir bergerak ? Jika sudah bergerak, gantilah beban yang mengakibatkan benda hampir bergerak. Jika benda dengan beban yang anda pilih sudah hampir bergerak, amati skala yang ditunjukkan oleh dinamometer dan timbanglah beban dengan dinamometer. Berapakah gaya luar yang ditunjukkan oleh dinamometer dan berapakah berat beban ? Apakah keduanya sama ? Jika keduanya sama atau hampir sama, lakukan percobaan sesungguhnya. Anda harus hati-hati dan teliti dalam percobaan yang sesungguhnya, karena pengaturan letak benda dan dinamometer sangat sulit. Lagi pula pembacaan skala yang ditunjukkan oleh dinamometer yang terpasang seri dengan benda juga sangat sulit.
- c. **Percobaan sesungguhnya.**
- d. Timbang benda dengan neraca, diperoleh massa benda (m); timbang benda dengan dinamometer, diperoleh berat benda (W_B); serta timbang beban dengan dinamometer, diperoleh berat beban (W). Rangkailah benda, dinamometer, dan beban seperti gambar 4.
- e. Pilihlah berat beban sedemikian rupa sehingga jika dirangkai seperti gambar 4 menghasilkan benda hampir bergerak. Amati dinamometer dengan teliti, apakah berat beban sama dengan atau hampir sama dengan penunjukkan dinamometer. Buatlah tabel data hasil percobaan dan masukkan data yang anda peroleh ke dalam tabel yang anda buat. Dengan cara ini anda akan menemukan harga gaya gesekan statis (f_s), koefisien gesekan statis (μ_s), dan sifat kelembaman suatu benda. Coba anda hitung, berapa harga gaya gesekan statis dan koefisien gesekan statis dengan data yang anda peroleh. Tuliskan hasil percobaan dan perhitungan anda ke dalam buku laporan.
- f. Pilihlah berat beban sedemikian rupa sehingga jika dirangkai seperti gambar 4 menghasilkan **benda hampir bergerak**. Amati baik-baik posisi ini ! Urutkan logika anda sebagai berikut. Beban mempunyai berat, dalam arti gaya tarik menarik antara bumi dan beban menghasilkan berat beban. Gaya berat beban menarik benang ke bawah, sehingga benang jadi tegang. Gaya tarik benang diteruskan pada katrol dan katrol menarik dinamometer, sehingga dinamometer menunjukkan harga gaya tarik dari luar benda. Gaya tarik ini menarik benda dan benda mempertahankan dirinya agar tetap tidak bergerak. Inilah sifat kelembaman suatu benda. Dari informasi ini, **gambarlah gaya aksi dan reaksi pada beban, katrol, dinamometer, dan benda**. Gambarlah dengan teliti, hati-hati, dan jelas pada buku laporan anda !

- g. Pilihlah berat beban sedemikian rupa sehingga jika dirangkai seperti gambar 4 menghasilkan **benda bergerak dengan perlahan-lahan sesuai dengan gerak jatuh beban**. Siapkan tanda start dan finish benda pada papan. Letakkan benda jauh dari titik start, kemudian lepaskan. Setelah benda mencapai titik start, tekan tombol jam henti (HP) dan setelah benda mencapai titik finish, tekan tombol jam henti (HP) anda. Amati berapa waktu yang diperlukan benda untuk bergerak dari start sampai finish, misalkan (t). Ukurlah jarak dari start sampai finish, misalkan (x). Ulangi berkali-kali langkah percobaan ini. Buatlah tabel data dan masukkan data hasil percobaanmu ke dalam tabel data yang telah anda buat. Gambarlah grafik x vs t dengan x sebagai ordinat dan t sebagai absisnya dalam kertas grafik. Jika anda peroleh bentuk grafik garis lurus yang miring, hitunglah $\tan \alpha$ – nya. Apakah harga $\tan \alpha$ sama dengan kecepatan rata-rata benda (v_{ave}) ? Jika sama, hitunglah harga kecepatan rata-rata pada setiap percobaan yang anda lakukan. Kemudian, gambarlah grafik v_{ave} vs t dengan v_{ave} sebagai ordinat dan t sebagai absisnya dalam kertas grafik. Apakah anda peroleh bentuk grafik garis lurus yang miring ? Jika demikian, hitunglah $\tan \alpha$ – nya. Apakah harga $\tan \alpha$ sama dengan percepatan rata-rata benda (a_{ave}) ? Jika sama, hitunglah percepatan rata-rata pada setiap percobaan yang anda lakukan.
- h. **Jangan lupa**, amati skala dinamometer yang menunjukkan harga gaya luar yang bekerja pada benda pada setiap percobaan, misalkan F . Masukkan harga F ke dalam tabel data yang telah anda buat. Demikian pula harga massa benda pada setiap percobaan, yaitu m . Buatlah grafik F vs m dengan F sebagai ordinat dan m sebagai absisnya. Apakah bentuk grafik garis lurus yang mendatar atau garis lurus yang miring ? Jika grafik berbentuk garis lurus dan miring apa artinya ? Tulislah penjelasan anda dalam buku laporan anda. Jika bentuk grafik berupa garis lurus yang mendatar, apakah maknanya ? Tulislah penjelasanmu dalam buku laporan anda.
- i. Hitunglah harga F / m ? Apakah harga ini sama dengan percepatan rata-rata yang dialami benda ? Jika demikian apakah kesimpulan anda ? Tulislah kesimpulan anda dalam buku laporan anda.
- j. Apakah hasil perhitungan anda dalam langkah g (a_{ave}) sama dengan atau hampir sama dengan perhitungan pada langkah i (F / m). Jika persis sama atau hampir sama, maka percobaan anda sukses. Jika diperoleh hasil yang melenceng jauh, percobaan anda harus diulang.
- k. Jika anda sukses, anda akan menemukan kesimpulan: (1) $a = F / m$ dan (2) harga a selalu tetap. Hal ini sesuai dengan harga $\tan \alpha = F / m$ pada grafik F vs m yang berupa garis lurus miring atau dalam grafik v_{ave} vs t yang diperoleh garis lurus yang miring dengan $\tan \alpha = a_{ave} = v_{ave} / t$. Kedua harga percepatan ini sama atau hampir sama, yaitu: $a \approx a_{ave}$.
- l. Tulislah aplikasi kesimpulan yang anda peroleh dalam buku laporan praktikum anda !
- m. Diskusikan dengan teman-teman anda, siapakah yang menggerakkan alam semesta ini ? Siapakah yang menggerakkan lempeng indo-australia dan eurasia ? Apakah mereka bergerak sendiri-sendiri atau ada yang menggerakkan ? Apa alasannya, jika mereka bergerak sendiri ? Apakah alasannya jika mereka ada yang menggerakkan ? Tulislah hasil diskusi anda ke dalam buku laporan praktikum anda !

PERCOBAAN 9: GERAK PARABOLA

1. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Setelah percobaan peserta didik diharapkan dapat:

- (1) menemukan hubungan antara ketinggian maksimum yang dapat dicapai peluru (h_{maks}) dan jarak tembak maksimum yang dapat ditempuh peluru (x_{maks}) dengan sudut elevasi (α) yang berbeda-beda.
- (2) menemukan hubungan antara kecepatan awal peluru (v_0) dengan jarak tembak maksimum (x_{maks}), sudut elevasi (α), dan waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak tembak maksimum (t_{maks}). $v_0 = \frac{x_{maks}}{t_{maks} \sin \alpha}$.
- (3) menemukan hubungan antara ketinggian maksimum yang dapat dicapai peluru (h_{maks}) dan jarak tembak maksimum yang dapat ditempuh peluru (x_{maks}) dengan sudut elevasi (α) = 45° .
- (4) menyimpulkan, bahwa ada hubungan: $C = \frac{\sin^2 \alpha}{2 \sin 2\alpha} = \frac{h_{maks}}{x_{maks}}$ dengan tepat.

b. Ranah Afektif

Setelah percobaan peserta didik diharapkan dapat:

hati-hati, teliti, dan objektif (jujur) dalam menggunakan pistol-pistolan, mengukur sudut elevasi peluru (α), ketinggian maksimum yang dapat dicapai peluru (h_{maks}), dan jarak tembak maksimum yang dapat dicapai peluru (x_{maks}).

c. Ranah Psikomotorik

Setelah percobaan peserta didik diharapkan dapat:

- (1) terampil dalam menggunakan pistol-pistolan yang digunakan untuk memunculkan gerak parabola,
- (2) terampil dalam menggunakan busur derajat untuk mengukur sudut elevasi (α), menggunakan rol meter untuk mengukur ketinggian maksimum yang dapat dicapai peluru (h_{maks}), dan jarak tembak maksimum yang dapat dicapai peluru (x_{maks}).
- (3) Terampil dalam mengira-ira ketinggian maksimum dan jarak tembak maksimum.

d. Ranah Iman dan Taqwa

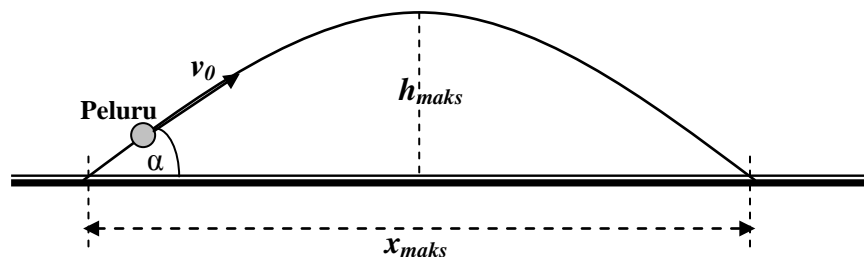
Peserta didik diharapkan dapat menyadari, bahwa benda yang bergerak mempunyai lintasan sendiri-sendiri, ada yang bergerak lurus, ada yang bergerak melingkar, dan ada yang bergerak dengan lintasan parabola yang penyebabnya pun berbeda-beda. Allah SWT memang maha kuasa dan maha bijaksana, karena Allah-lah yang telah menggerakkan planet-planet dengan gerak yang lintasannya berupa ellipsoid, semua galaksi bergerak lurus bersama-sama meninggalkan satu titik tertentu dan tidak bertabrakan satu dengan lainnya, meteorid bergerak lurus berubah beraturan, serta semua daun-daun yang kering jatuh melayang-layang di udara. Allah-lah yang telah mendesain gerak-gerak benda tersebut untuk melindungi manusia di bumi ini. Subhanalloh, maha besar Allah dan segala puji bagi Allah seru sekalian alam.

2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

- a. Rolmeter untuk mengukur ketinggian maksimum yang dapat dicapai peluru dan untuk mengukur jarak tembak maksimum yang dapat dicapai peluru, busur derajat untuk mengukur sudut elevasi (sudut tembak) peluru, serta jam henti (HP) untuk mengukur waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak tembak maksimum (t_{maks}).
- b. Pistol-pistolan dan pelurunya.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- a. Siapkan alat dan bahan percobaan seperti gambar 5 berikut.



Gambar 5: Gerak Parabola

- b. Stel pistol-pistolan dengan pelurunya untuk siap tembak. Buatlah sudut elevasi $\alpha = 10^0$, kemudian tembakkan. Ukurlah h_{maks} , x_{maks} , dan t_{maks} . Buatlah tabel percobaan dan masukkan data yang anda peroleh ke dalam tabel percobaan yang telah anda buat. Hitunglah harga perbandingan antara h_{maks} dan x_{maks} , masukkan hasil ini dalam tabel percobaan yang anda buat. Anda akan memperoleh harga $C = \frac{h_{maks}}{x_{maks}}$ untuk $\alpha = 10^0$.
- c. Ulangi percobaan b dengan sudut elevasi $\alpha = 20^0$ dan $\alpha = 30^0$. Hitunglah harga perbandingan antara h_{maks} dan x_{maks} , masukkan hasil ini dalam tabel percobaan yang anda buat. Anda akan memperoleh harga tetapan $C = \frac{h_{maks}}{x_{maks}}$ untuk $\alpha = 20^0$ dan $\alpha = 30^0$.
- d. Bandingkan harga tetapan C yang anda peroleh dan waktu tempuh untuk jarak tembak maksimumnya t_{maks} . Mana yang terbesar ? Tulislah kesimpulan anda dalam buku laporan anda.
- e. Buatlah sudut elevasi $\alpha = 45^0$. Tembakkan peluru dan ukurlah h_{maks} , x_{maks} , dan t_{maks} . Buatlah tabel pengukuran dan masukkan data dalam tabel yang telah anda buat. Hitunglah kecepatan awal peluru $v_0 = \frac{x_{maks}}{t_{maks} \sin \alpha}$. Hitung pula kecepatan awal peluru untuk sudut elevasi: $\alpha = 10^0$, $\alpha = 20^0$, dan $\alpha = 30^0$.
- f. Bandingkan hasilnya untuk sudut $\alpha = 10^0$, $\alpha = 20^0$, $\alpha = 30^0$, dan $\alpha = 45^0$. Mana yang terbesar ? Tulislah kesimpulan anda dalam buku laporan !
- g. Buatlah sudut elevasi $\alpha = 60^0$. Tembakkan peluru dan ukurlah h_{maks} , x_{maks} , dan t_{maks} . Buatlah tabel pengukuran dan masukkan data dalam tabel yang telah anda buat. Hitunglah harga C. Bandingkan harga C yang anda peroleh untuk sudut elevasi $\alpha = 10^0$, $\alpha = 20^0$, $\alpha = 30^0$, $\alpha = 45^0$, dan $\alpha = 60^0$. Mana yang terbesar ? Tulislah kesimpulan dan aplikasi dari kesimpulan yang anda peroleh dalam buku laporan anda !
- h. Diskusikan dengan teman-teman anda mengenai gerak elektron mengelilingi inti atom, gerak bumi mengelilingi matahari, dan gerak planet lainnya dalam

mengelilingi matahari ? Mengapa mereka tidak dapat saling bertabrakan ? Apakah keteraturan gerak ini dilakukan sendiri oleh mereka atau ada sang pencipta yang mengatur mereka ? Tulislah hasil diskusi anda ke dalam buku laporan praktikum anda !

Catatan.

Pada gerak parabola berlaku persamaan-persamaan:

1. v_0 dapat diuraikan ke sumbu x dan sumbu y, sehingga menjadi $v_{0x} = v_0 \cos \alpha$ yang harganya tetap dan $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$ yang harganya berubah karena pengaruh percepatan gravitasi. Dengan demikian, gerak ke sumbu x merupakan gerak lurus beraturan dan berlaku persamaan $v_x = v_0 \cos \alpha$; $x = v_{0x} t = v_0 \cos \alpha t$. Sedangkan gerak ke sumbu y merupakan gerak lurus berubah beraturan dan berlaku persamaan $v_y = v_{0y} - g t = v_0 \sin \alpha - g t$; $t = v_0 \sin \alpha / g$; serta $y = v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2 = v_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2} g t^2$.
2. tinggi maksimum dirumuskan dalam persamaan $h_{maks} = v_0^2 \sin^2 \alpha / 2 g$ sedangkan jarak tembak maksimum dirumuskan dalam persamaan $x_{maks} = v_0^2 \sin 2\alpha / g$. Jika $\sin 2\alpha = 1$, maka jarak tembaknya adalah maksimum dan $2\alpha = 90^\circ$ atau $\alpha = 45^\circ$ yang berarti jarak tembak maksimum dicapai apabila sudut elevasinya = 45° .

PERCOBAAN 10: GERAK MELINGKAR

3. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat:

- (1) menemukan hubungan antara kecepatan sudut (ω) dengan periode putaran (T) kereta.
- (2) menemukan hubungan antara kecepatan linier kereta (v) dengan kecepatan sudut (ω) dan jejari lingkaran lintasan kereta (R).
- (3) menemukan perbedaan kecepatan sudut dan kecepatan linier kereta tanpa beban dan kereta yang ada bebannya.
- (4) menemukan, bahwa energi putar kereta berasal dari energi batu batere yang terpasang pada lokomotifnya. Berapa besar energi ini ? Bagaimana cara mengukurnya ?

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat: teliti, hati-hati, dan objektif (jujur) dalam menggunakan rol meter untuk mengukur diameter lintasan kereta dan jam henti untuk mengukur periode putaran kereta.

c. Ranah Psikomotorik

Peserta didik diharapkan dapat: terampil dalam menggunakan rolmeter untuk mengukur diameter lintasan kereta dan jam henti untuk mengukur periode putaran kereta.

d. Ranah Iman dan Taqwa

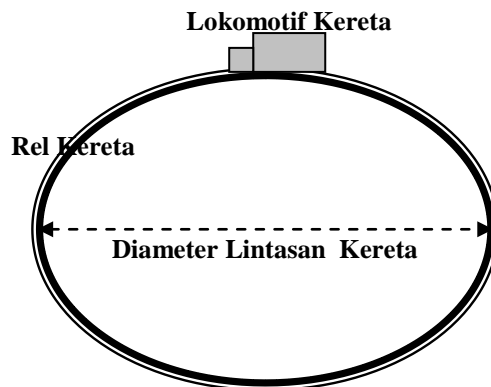
Peserta didik diharapkan dapat menyadari, bahwa bumi, bulan, matahari, dan planet-planet yang lainnya dalam galaksi masing-masing berotasi mengelilingi sumbunya. Rotasi ini butuh energi yang sangat besar, energi ini dari mana ? Apakah dari alam sendiri ? Ataukah dari kekuatan Allah yang maha perkasa ?

2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

- Rolmeter untuk mengukur diameter (D) lintasan kereta dan jam henti (HP) untuk mengukur periode (T) putaran kereta.
- Model kereta api dengan relnya.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- Rangkailah alat dan bahan percobaan seperti gambar 6 berikut.
- Ukurlah diameter lintasan kereta (diameter rel yang berupa lingkaran), misalnya D dan hitunglah harga jejari lintasan kereta, misalnya R . Buatlah tabel percobaan dan masukkan data dalam tabel yang telah anda buat.



Gambar 6 Lokomotif Kereta yang Bergesek Melingkar

- Hidupkan lokomotif kereta dan letakkan pada relnya. Apakah lokomotif dapat berjalan seperti harapan kita ? Jika dapat, ukurlah waktu putaran kereta pada saat menempuh seperempat lingkaran dengan lintasan $\theta_1 = 90^\circ = \dots \pi$ radian, misalnya t_1 , ukurlah waktu putaran kereta pada saat menempuh setengah lingkaran dengan lintasan $\theta_2 = 180^\circ = \dots \pi$ radian, misalnya t_2 , ukurlah waktu putaran kereta pada saat menempuh tiga perempat lingkaran dengan lintasan $\theta_3 = 270^\circ = \dots \pi$ radian, misalnya t_3 , dan ukurlah waktu putaran kereta pada saat menempuh satu lingkaran penuh dengan lintasan $\theta_4 = 360^\circ = \dots \pi$ radian, misalnya t_4 . Masukkan data ke dalam tabel data yang telah anda buat.
- Ulangi percobaan c berkali-kali, sehingga diperoleh suatu kepastian. Temukan periode putarannya (T) dan harga sudut putarannya (θ) pada saat waktu yang diperlukan sama dengan periodenya. Masukkan data dalam tabel percobaan. Kemudian hitunglah harga θ / T dengan satuan radian / detik ke dalam buku laporan anda.
- Buatlah dua buah grafik θ vs t , dengan ordinat θ (dengan satuan derajat dan π radian) dan t sebagai absisnya dan grafik θ vs T , dengan ordinat θ (dengan satuan derajat dan π radian) dan T sebagai absisnya. Dalam dua grafik tersebut, bagaimanakah bentuk grafiknya ? Apakah berbentuk garis lurus mendatar, berbentuk garis lurus miring, atau bentuk lainnya ? Jika bentuknya garis lurus mendatar, apa kesimpulan anda ? Jika bentuknya garis lurus

miring, apa kesimpulan anda ? Tulislah kesimpulan anda dalam buku laporan anda.

- f. Hitunglah harga perbandingan maksimum antara θ dan t , apakah persis sama dengan atau hampir sama dengan perhitungan anda pada percobaan d ? Jika hampir sama atau persis sama dengan perhitungan pada langkah d, apakah kesimpulan anda ? Apakah dapat disimpulkan bahwa kecepatan sudut merupakan harga perbandingan antara besarnya lintasan sudut (θ) dengan satuan radian dan besarnya periode (T) dengan satuan detik atau $\omega = \frac{2\pi}{T}$

$\frac{\text{radian}}{\text{detik}}$? Tulislah kesimpulan dan aplikasi kesimpulan yang anda peroleh

dalam buku laporan anda.

- g. Hidupkan lokomotif kereta dan letakkan pada relnya. Apakah lokomotif dapat berjalan seperti harapan kita ? Jika dapat, ukurlah periode putaran kereta pada saat menempuh satu putaran penuh (T_1), dua putaran penuh (T_2), tiga putaran penuh (T_3), empat putaran penuh (T_4), dan lima putaran penuh (T_5). Satu putaran penuh berarti $\theta_1 = \dots \pi$ radian, dua putaran penuh berarti $\theta_2 = \dots \pi$ radian, tiga putaran penuh berarti $\theta_3 = \dots \pi$ radian, empat putaran penuh berarti $\theta_4 = \dots \pi$ radian, dan lima putaran penuh berarti $\theta_5 = \dots \pi$ radian. Buatlah tabel data dan masukkan data ke dalam tabel data yang telah anda buat. Dengan menggunakan data ini dan data dari langkah percobaan b, buatlah grafik $2\pi R$ vs T dengan ordinat $2\pi R$ dan absis T dalam kertas grafik yang anda sediakan. Apakah bentuk grafik berupa garis lurus yang mendatar ? Apakah kesimpulan anda ? Apakah bentuk grafik anda berupa garis lurus miring? Apakah kesimpulan anda ? Apakah anda dapat menyimpulkan bahwa $v = \frac{2\pi R}{T}$? Tuliskan kesimpulan dan penjelasan anda ke

dalam buku laporan anda.

- h. Berdasarkan data pada langkah percobaan g, buatlah grafik θ vs T dengan θ sebagai ordinat dan T sebagai absisnya dalam kertas grafik yang anda sediakan. Apakah bentuk grafik berupa garis lurus mendatar atau garis lurus yang miring ? Jika berupa garis lurus yang miring, hitunglah $\tan \alpha$ - nya. Apakah harga $\tan \alpha$ tetap atau hampir sama pada setiap percobaan ? Jika hampir sama pada setiap percobaan, apa maknanya, dan kesimpulan apa yang dapat anda tarik ? Apakah dapat disimpulkan bahwa $\omega = \frac{\theta}{t} = \frac{2\pi}{T}$?

- i. Dari kesimpulan percobaan pada langkah g dan h, apakah dapat disimpulkan secara umum, bahwa $v = \frac{2\pi R}{T} = \omega R$? Jika dapat tuliskan kesimpulan dan penjelasannya dalam buku laporan anda.

- j. Tuliskanlah aplikasi kesimpulan-kesimpulan yang anda peroleh dari percobaan ke dalam kehidupan sehari-hari anda dalam buku laporan anda.

- k. Diskusikan dengan teman-teman anda mengenai gerak rotasi bumi, bulan, matahari, dan planet-planet lainnya. Dari mana energi rotasi itu diperoleh ? Jika lokomotif dalam percobaan, energi gerak rotasinya diperoleh dari batu baterai, jika bumi, bulan, dan matahari dari mana energi gerak rotasinya ? Tuliskan hasil diskusi anda ke dalam buku laporan anda !

PERCOBAAN 11: GAYA SENTRIPETAL

1. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat:

- menemukan hubungan antara kecepatan sudut gerak melingkar (ω) dengan lintasan sudutnya (θ) dan periode putarannya (T).
- menemukan hubungan antara kecepatan linier gerak melingkar (v) dengan kecepatan sudut gerak melingkar (ω) dan jejari lintasan gerak melingkar (R).
- menemukan hubungan antara kuadrat kecepatan sudut (ω^2) dengan gaya sentripetal (F), massa benda yang berputar (m), dan jejari lintasan putaran (R).
- menemukan hubungan antara kuadrat kecepatan linier (v^2) dengan gaya sentripetal (F), massa benda yang berputar (m), dan jejari lintasan putaran (R).
- mengaplikasikan semua kesimpulan yang diperoleh dalam percobaan dalam kehidupan sehari-hari.

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat: teliti, hati-hati, dan objektif (jujur) dalam menggunakan dinamometer untuk mengukur gaya sentripetal dan berat beban, neraca lengan untuk mengukur massa benda, serta penggaris untuk mengukur jejari lintasan benda yang berputar.

c. Ranah Psikomotorik

Peserta didik diharapkan dapat: terampil dalam menggunakan dinamometer untuk mengukur gaya sentripetal dan berat beban, neraca lengan untuk mengukur massa benda, serta penggaris untuk mengukur jejari lintasan benda yang berputar.

d. Ranah Iman dan Taqwa

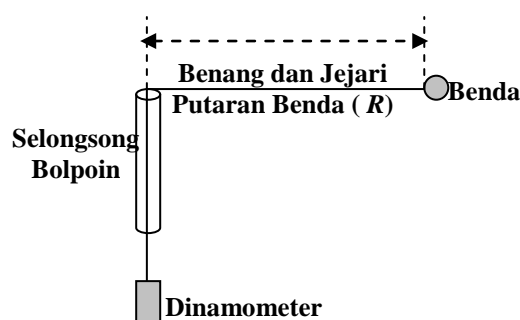
Peserta didik diharapkan dapat menyadari akan adanya gaya sentripetal dan sentrifugal pada bumi sebagai akibat adanya rotasi bumi.

2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

- Dinamometer untuk mengukur gaya sentripetal dan berat beban yang dihubungkan dengan dinamometer, neraca lengan untuk mengukur massa benda yang berputar, serta penggaris untuk mengukur jejari lintasan putaran.
- Selongsong bolpoin sebagai pegangan untuk memutar benda yang dihubungkan dengan dinamometer, serta benang sebagai penghubung antara benda, selongsong bolpoin, dinamometer, dan beban seperti pada gambar 7.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- Pilihlah jejari (panjang benang antara benda dan selongsong bolpoin) dengan ukuran $R = 25$ cm. Timbanglah benda dengan neraca lengan, diperoleh massa benda (m). Gantungkan beban pada dinamometer, diperoleh berat beban (W). Kemudian rangkailah alat dan bahan percobaan seperti gambar 7 berikut.



- b. Putarlah benda, amati baik-baik apakah penunjukkan skala pada dinamometer berubah ? Apakah penunjukan skala bertambah besar atau berkurang ? Jika penunjukan skala bertambah besar, ulangi percobaan anda dengan memutar benda semakin cepat. Jika penunjukkan skala berkurang, apa sebabnya ? Apakah pengurangan penunjukan skala pada dinamometer sama dengan gaya sentripetal yang disebabkan karena benda anda putar ? Jadi gaya sentripetal $F = \text{penunjukan skala awal dinamometer} - \text{penunjukan skala dinamometer pada saat benda berputar dan beban masih bergantung pada dinamometer}$. Amati baik-baik kondisi ini, dan catatlah harga gaya sentripetal F sebagai hasil percobaan pelopor yang anda lakukan.
- c. **Kerjakan percobaan sesungguhnya !** Pilihlah massa benda yang diputar (m), jejari putaran (R), dan berat beban (W). Rangkailah alat dan bahan percobaan seperti gambar 7. Putarlah benda perlahan-lahan, sehingga penunjukan dinamometer berubah. Catatlah harga perubahan skala dinamometer, ini sama dengan gaya sentripetalnya, yaitu $F = \dots$ N. Jangan lupa, amati waktu yang diperlukan untuk satu putaran penuh, dua putaran penuh, dan tiga putaran penuh; sehingga diperoleh θ_1 dan T_1 ; θ_2 dan T_2 ; serta θ_3 dan T_3 . Buatlah tabel percobaan dan masukkan data ke dalam tabel percobaan yang telah anda buat. Hitunglah kecepatan sudut putaran benda $\omega = \frac{\theta_n}{T_n}$ dan tulislah dalam tabel hasil percobaan.
- d. Hasil percobaan pada langkah a diperoleh jejari lintasan putaran $R = 25 \text{ cm} = \dots \text{ m}$, massa benda yang berputar $m = \dots \text{ g} = \dots \text{ kg}$. Hasil percobaan pada langkah c diperoleh kecepatan sudut putaran dan kecepatan linier putaran sebesar: $\omega = \dots \text{ radian / detik}$ dan $v = \omega R \text{ m/s}$. Apakah anda dapat menemukan hubungan antara gaya sentripetal dengan massa benda yang berputar, kuadrat kecepatan sudutnya, dan jejari lintasannya ? Apakah anda dapat menemukan hubungan antara gaya sentripetal dengan massa benda yang berputar, kuadrat kecepatan liniernya, dan jejari lintasannya ?
- e. Hitunglah harga $m \omega^2 R = \dots \text{ kg m / s}^2 = \dots \text{ N}$. Cocokkan dengan harga gaya sentripetal $F = \dots \text{ N}$ pada langkah percobaan c. Apakah hasilnya persis sama atau hampir sama. Jika harganya melenceng jauh, ulangi percobaan anda ! Jika hasilnya persis sama atau hampir sama, kesimpulan apakah yang dapat anda tarik ? Apakah dapat disimpulkan bahwa $F = m \omega^2 R$? Jika dapat, tuliskan kesimpulan anda dan aplikasi kesimpulan yang anda peroleh dalam kehidupan sehari-hari.

- f. Hitunglah harga $m v^2 / R = \dots \text{ kg m / s}^2 = \dots \text{ N}$. Cocokkan dengan harga gaya sentripetal $F = \dots \text{ N}$ pada langkah percobaan c. Apakah hasilnya persis sama atau hampir sama. Jika harganya melenceng jauh, ulangi percobaan anda ! Jika hasilnya persis sama atau hampir sama, kesimpulan apakah yang dapat anda tarik ? Apakah dapat disimpulkan bahwa $F = m v^2 / R$? Jika dapat, tuliskan kesimpulan anda dan aplikasi kesimpulan yang anda peroleh dalam kehidupan sehari-hari.
- g. Isilah tabel berikut dengan percobaan-percobaan yang anda lakukan.

No	R (cm)	θ (π radian)	T (s)	F (dyne)	ω (rad / s)	v (cm / s)	m (gram)	$\omega^2 R$	v^2 / R
1	30								
2	40								
3	50								
4	60								
5	70								

Catatan: $1 \text{ N} = 10^5 \text{ dyne}$.

- h. Dari hasil-hasil percobaan anda, gambarlah grafik $m \omega^2$ vs F_{cp} dan $m v^2$ vs R dengan $m \omega^2$ sebagai ordinat dan F_{cp} sebagai absisnya serta $m v^2$ sebagai ordinatnya dan R sebagai absisnya. Bentuk grafiknya seperti apa? Apakah garis lurus mendatar, garis lurus miring, atau bentuk lainnya ? Tulislah kesimpulan anda dalam buku laporan anda !
- i. Dari hasil-hasil percobaan anda, hitunglah harga $m \omega^2 R$ dan $m v^2 / R$ pada setiap harga R . Apakah hasil perhitungan anda persis sama atau hampir sama dengan harga-harga F pada tiap-tiap harga R ? Jika sama, kesimpulan apakah yang dapat anda tarik dari percobaan akhir anda ?
- j. Diskusikan dengan teman-teman anda, apakah efek dari adanya gaya sentripetal dan gaya sentrifugal pada permukaan bumi ? Siapakah yang mendisain adanya efek ini ? Apakah rotasi bumi mengakibatkan adanya gaya sentripetal dan sentrifugal di permukaan bumi ? Ataukah karena bumi sangat taat pada aturan Ilahi ? Tulislah hasil diskusi anda ke dalam buku laporan anda !

Catatan.

Percobaan ini sulit, karena: (1) pemutaran benda dengan kecepatan sudut yang ajeg sulit dilakukan, (2) pembacaan skala dinamometer sulit dilakukan, karena jarum penunjuk skalanya naik turun dan yang membaca juga baru konsentrasi dalam pemutaran benda secara ajeg, (3) untuk memutar benda sehingga benang dapat tegak lurus dengan bolpoin juga sulit dilakukan, karena konsentrasi anda yang memutar benda terpecah.

PERCOBAAN 12: JATUH BEBAS

1. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat:

- (1) menemukan hubungan antara percepatan gravitasi bumi (g) dengan posisi / ketinggian benda (h) dan waktu jatuh benda (t).
- (2) mengaplikasikan kesimpulan yang diperoleh dalam kehidupan sehari-hari, teknologi, dan industri.

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat: teliti, hati-hati, dan objektif (jujur) dalam menggunakan jam henti untuk mengukur waktu jatuhnya bola dan rolmeter untuk mengukur ketinggian awal bola yang dijatuhkan.

c. Ranah Psikomotor

Mahasiswa diharapkan dapat terampil dalam menggunakan jam henti untuk mengukur waktu jatuhnya bola dan rolmeter untuk mengukur ketinggian awal bola yang dijatuhkan.

d. Ranah Iman dan Taqwa

Peserta didik diharapkan dapat mengagumi dan menyadari akan kekuasaan Allah SWT pada sembarang ciptaan-Nya.

2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

- a. Jam henti (HP) dan rolmeter.
- b. Bola tenis dan bola bekel.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- a. Ukurlah harga percepatan gravitasi bumi dengan menggunakan ayunan matematis, misalnya anda peroleh harga $g = (\dots \pm \dots) \text{ m / s}^2$.
- b. Jatuhkan bola tenis dari ketinggian 1,5 m bersamaan dengan menekan tombol jam henti dan tekan tombol jam henti pada saat bola menyentuh lantai. Hitunglah harga $2h$ dan harga t^2 .
- c. Ulangi langkah percobaan a dengan ketinggian bola 2,0 m, 2,5 m, dan 3,0 m. Buatlah tabel data percobaan dan masukkan data ke dalam tabel yang telah anda buat.
- d. Dari data yang anda peroleh dan anda hitung, buatlah grafik $2h$ vs t^2 dengan $2h$ sebagai ordinat dan t^2 sebagai absisnya ke dalam kertas grafik yang telah anda sediakan. Apakah bentuk grafik yang anda peroleh, apakah berbentuk garis lurus mendatar atau garis lurus miring atau bentuk lainnya. Jika anda menemukan bentuk grafik yang berupa garis lurus miring hitunglah $\tan \alpha$ – nya. Apakah harga $\tan \alpha$ persis sama atau hampir sama dengan harga gravitasi bumi di Yogyakarta atau harganya melenceng jauh ? Bacalah buku referensi anda ! Jika harganya melenceng jauh, ulangi percobaan anda !
- e. Ulangi langkah percobaan a, b, dan c dengan bola bekel yang tersedia. Analisis hasil percobaan anda, tarik kesimpulan yang ada, dan tulislah ke dalam buku laporan anda.
- f. Apakah dapat disimpulkan bahwa $g = \frac{2h}{t^2}$? Jika dapat, tulislah penjelasan anda dalam buku laporan.
- g. Tulislah aplikasi dari kesimpulan yang anda peroleh dalam buku laporan.
- h. Diskusikan dengan teman-teman anda mengenai manfaat adanya gravitasi bumi ! Apakah manfaat-manfaat itu untuk kehidupan manusia ? Siapakah yang mendesain adanya gravitasi bumi ? Jadi kalau demikian, Allah itu maha kuasa dan kekuasaan-Nya dapat dibuktikan melalui gejala alam yang dapat diamati dan diukur ! Tulislah hasil diskusi anda ke dalam buku laporan anda !

PERCOBAAN 13: KOEFSIEN TUMBUKAN (RESTITUSI)

1. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat:

- menemukan hubungan antara koefisien restitusi (e) dengan ketinggian pantulan bola (h).
- Mengaplikasikan kesimpulan yang diperoleh dari percobaan ke dalam kehidupan sehari-hari.

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat: teliti dan objektif (jujur) dalam melakukan percobaan terutama dalam mengukur ketinggian pantulan bola yang dilepaskan secara bebas dari ketinggian tertentu.

c. Ranah Psikomotorik

Peserta didik diharapkan dapat terampil dalam menentukan dan mengukur ketinggian pantulan bola yang dilepaskan secara bebas dari ketinggian tertentu.

d. Ranah Iman dan Taqwa

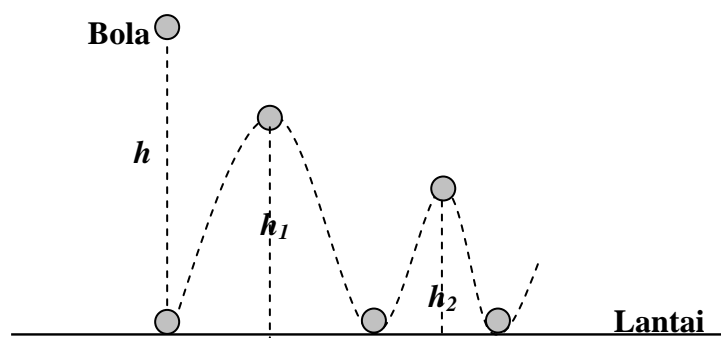
Peserta didik menyadari, bahwa sifat-sifat benda di dunia ini berbeda-beda; ada yang elastis dan ada yang tidak elastis. Karakteristik (sifat dan perilaku) benda dapat digunakan untuk keperluan manusia. Maha kasih Allah kepada ummat-Nya. Namun manusia sering lupa atas kenikmatan yang diberikan Allah secara gratis ini.

2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

- Rolmeter untuk mengukur ketinggian pantulan bola yang dilepaskan secara bebas dari ketinggian tertentu.
- Bola tenis dan bola bekel.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- Perhatikan gambar 8 berikut.



Gambar 8: Pantulan Bola yang Dilepas Secara Bebas pada Lantai

- Jatuhkan bola tenis dari ketinggian $h = 1,5$ m. Ukurlah ketinggian pantulan bola yang pertama h_1 dan yang kedua h_2 . Ulangi percobaan anda sampai dua kali. Hitunglah harga akar h_1 ($\sqrt{h_1}$) dan harga akar h_2 ($\sqrt{h_2}$). Hitunglah harga perbandingan antara ($\sqrt{h_2}$) dan ($\sqrt{h_1}$) yaitu: harga ($\sqrt{h_2}$) / ($\sqrt{h_1}$). Dari

ketiga percobaan yang anda lakukan, apakah hasil perbandingan antara ($\sqrt{h_2}$) dan ($\sqrt{h_1}$) itu sama persis atau hampir sama atau harganya melenceng jauh ? Jika melenceng jauh ulangi percobaan anda. Buatlah tabel data hasil percobaan dan masukkan data ke dalam tabel data yang telah anda buat.

- c. Ulangi langkah percobaan b dengan $h = 2,0$ m dan $h = 2,5$ m. Kemudian isikan data hasil percobaan anda ke dalam tabel berikut.

h (m)	No	h_1 (cm)	$\sqrt{h_1}$	h_2 (cm)	$\sqrt{h_2}$	$\sqrt{h_2} / \sqrt{h_1}$	Sama Persis / Hampir Sama
1,5	1						
	2						
	3						
2,0	1						
	2						
	3						
2,5	1						
	2						
	3						

- d. Ulangi langkah percobaan b dan c dengan bola bekel. Buatlah tabel hasil percobaan seperti tabel di atas dan masukkan data ke dalam tabel yang telah anda buat. Apakah harga perbandingan ($\sqrt{h_2} / \sqrt{h_1}$) sama persis atau hampir sama atau melenceng jauh ? Jika melenceng jauh, ulangi percobaan anda. Jika hampir sama, apakah kesimpulan anda ? Tulislah tabel hasil percobaan dan kesimpulan anda dalam buku laporan.
- e. Dari tabel hasil percobaan yang anda peroleh, buatlah grafik ($\sqrt{h_2}$) vs ($\sqrt{h_1}$) untuk masing-masing percobaan dalam kertas grafik yang telah anda sediakan. Bagaimanakah bentuk grafiknya ? Apakah berbentuk garis lurus mendatar atau garis lurus miring ? Jika berbentuk garis lurus miring hitunglah $\tan \alpha$ – nya. Apakah harga $\tan \alpha$ selalu tetap. Berapa harganya ? Apakah harganya persis sama atau hampir sama dengan harga ($\sqrt{h_2} / \sqrt{h_1}$) ? Jika hampir sama, kesimpulan umum apakah yang dapat anda tarik ? Apakah dapat disimpulkan bahwa: $e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}$? Jika dapat, tuliskan kesimpulan umum dan penjelasan anda dalam buku laporan anda.
- f. Tulislah aplikasi dari kesimpulan yang anda peroleh dari percobaan ini.
- g. Diskusikan dengan teman-teman anda mengenai manfaat benda elastis bagi manusia. Apakah manusia membayar kepada yang menyediakan sifat elastis suatu benda ? Bagaimanakah kegiatan anda sebagai rasa syukur terhadap nikmat ini ? Tuliskan hasil diskusi anda ke dalam buku laporan praktikum anda !

Catatan:

Koefisien restitusi dapat dituliskan seperti persamaan berikut.

$$e = -\frac{v_2}{v_1} = \frac{-\sqrt{2gh_2}}{-\sqrt{2gh_1}} = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}$$

PERCOBAAN 14: KONSTANTA GAYA PEGAS (KOEFSIEN ELASTISITAS)

1. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat:

- menemukan hubungan antara konstanta gaya pegas / koefisien elastisitas (k) dengan gaya yang bekerja pada pegas (F) dan pertambahan panjang pegas (Δl).
- menemukan harga konstanta gaya pegas dari dua pegas yang sama yang disusun seri dan yang disusun paralel.
- menemukan harga konstanta gaya pegas dari tiga pegas yang sama yang disusun campuran (dua pegas disusun paralel dengan sebuah pegas yang disusun seri).
- Mengaplikasikan kesimpulan-kesimpulan yang diperoleh dari percobaan ke dalam kehidupan sehari-hari.

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat: hati-hati, teliti, dan objektif (jujur) dalam mengukur gaya pegas dengan dinamometer dan pertambahan panjang pegas dengan penggaris.

c. Ranah Psikomotor

Peserta didik diharapkan dapat terampil dalam menggunakan dinamometer untuk mengukur gaya yang bekerja pada pegas dan penggaris untuk mengukur pertambahan panjang pegas.

d. Ranah Iman dan Taqwa

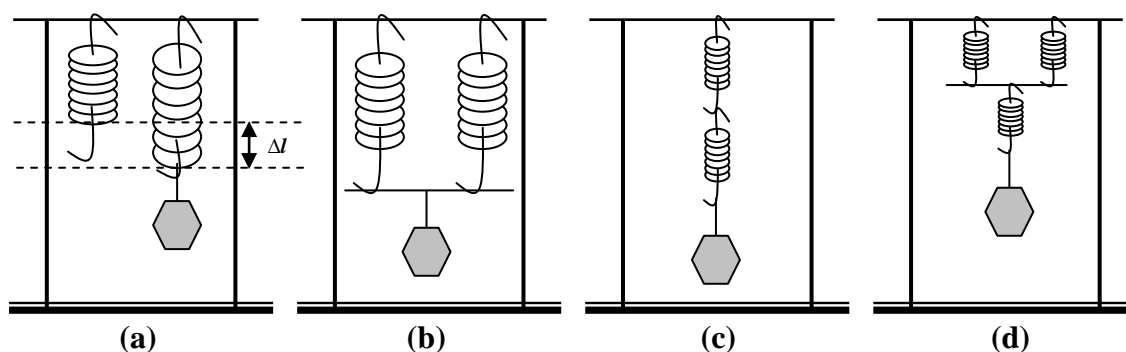
Peserta didik diharapkan dapat menyadari, bahwa setiap benda yang ada di dunia ini ada manfaatnya bagi manusia. Tinggal manusianya, cerdas atau tidak cerdas, kreatif atau tidak kreatif. Siapakah yang memberi kecerdasan dan kreativitas manusia ? Maha besar Allah yang telah memberi kecerdasan dan kreativitas kepada manusia secara gratis.

2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

- Dinamometer untuk mengukur gaya pegas (F) dan penggaris untuk mengukur pertambahan panjang pegas (Δl).
- Beberapa beban.

3. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA

- Rangkailah alat dan bahan percobaan seperti gambar 9 berikut.



Gambar 9: Rangkaian Alat dan Bahan Percobaan Konstanta Gaya Pegas

- b. Rangkailah alat dan bahan percobaan seperti gambar 9.a. Amati baik-baik dinamometer (A) sebelum diberi beban ! Beri beban yang paling ringan pada dinamometer. Ukur pertambahan panjangnya (Δl_1). Amati pada dinamometer, berapa harga gaya yang bekerja pada dinamometer, gaya ini = gaya yang bekerja pada pegas (F_1).
- c. Ulangi langkah percobaan b dengan menambah beban satu per satu. Ukurlah pertambahan panjang dan harga gaya yang bekerja pada dinamometer, sehingga diperoleh: (Δl_2) dan (F_2), (Δl_3) dan (F_3), (Δl_4) dan (F_4), serta (Δl_5) dan (F_5).
- d. Gambar grafik F sebagai ordinat dan Δl sebagai absisnya dalam kertas grafik yang telah anda siapkan. Apakah bentuk grafiknya berupa garis lurus mendatar atau garis lurus miring. Jika berbentuk garis lurus miring, hitunglah $\tan \alpha$ – nya. Berapakah harganya dan apakah maknanya ? Apakah dapat anda simpulkan, bahwa: $\tan \alpha = k = -\frac{F}{\Delta l}$? Jika dapat, tulislah kesimpulan dan aplikasi kesimpulan yang anda peroleh dari percobaan ke dalam buku laporan anda.
- e. Ulangi langkah percobaan b, c, dan d dengan dinamometer yang berbeda; misalnya dinamometer B dan C. Tulislah harga konstante gaya pegas yang anda peroleh dari percobaan, misalnya: k_A , k_B , dan k_C ke dalam buku laporan anda.
- f. Ambil dinamometer A dan dinamometer B. Susunlah kedua dinamometer paralel seperti gambar 9.b. Amati kondisi awalnya, catatlah posisi jarum penunjuk dinamometer pada kondisi awal. Berilah beban yang paling ringan, amati F dan Δl – nya. Tambahlah beban satu per satu sampai simpangannya maksimum, amati F dan Δl – nya. Gambar grafik F vs Δl , apakah bentuk grafiknya ? Jika berbentuk garis lurus miring, hitunglah $\tan \alpha$ – nya. Berapakah harganya dan apakah maknanya ? Apakah harga $\tan \alpha$ persis sama atau hampir sama dengan jumlah konstante gaya pegas dinamometer A (k_A) dan konstante gaya pegas dinamometer B (k_B) ? Jika hampir sama, apakah anda dapat menarik kesimpulan, jika pegas disusun paralel, maka harga konstante gaya pegasnya = $k_p = k_A + k_B$? Jika dapat, tulislah kesimpulan dan aplikasi dari kesimpulan yang anda peroleh dalam kehidupan sehari-hari.
- g. Ambil dinamometer A dan dinamometer B. Susunlah kedua dinamometer seri seperti gambar 9.c. Amati kondisi awalnya, catatlah posisi jarum penunjuk dinamometer pada kondisi awal. Berilah beban yang paling ringan, amati F dan Δl – nya. Tambahlah beban satu per satu sampai simpangannya maksimum, amati F dan Δl – nya. Gambar grafik F vs Δl , apakah bentuk grafiknya ? Jika berbentuk garis lurus miring, hitunglah $\tan \alpha$ – nya. Berapakah harganya dan apakah maknanya ? Apakah harga $\tan \alpha$ persis sama atau hampir sama dengan harga $\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_A} + \frac{1}{k_B}$? Jika hampir sama, apakah anda dapat menarik kesimpulan, jika pegas disusun seri, maka harga konstante gaya pegasnya: $\frac{1}{k_s} = \frac{1}{k_A} + \frac{1}{k_B}$? Jika dapat, tulislah kesimpulan dan aplikasi dari kesimpulan yang anda peroleh dalam kehidupan sehari-hari.

- h. Ambil dinamometer A, B, dan C. Susunlah seperti gambar 9.d. Ulangi langkah-langkah percobaan yang sesuai dan tariklah kesimpulan yang relevan dengan percobaan anda ! Aplikasikan kesimpulan anda dalam kehidupan sehari-hari.
- i. Diskusikan dengan teman-teman anda mengenai manfaat pegas dalam kehidupan sehari-hari. Apakah dalam memanfaatkan pegas diperlukan kecerdasan dan kreativitas manusia ? Siapakah yang memberikan kecerdasan dan kreativitas kepada manusia ? Tulislah hasil diskusi anda dalam buku laporan praktikum anda !

PERCOBAAN 15: TEKANAN HIDROSTATIS

1. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat:

- (1) menemukan, bahwa harga tekanan hidrostatik (p_h) bergantung pada ketinggian zat cair (h), massa jenis zat cair (ρ), dan percepatan gravitasi bumi di tempat percobaan (g).
- (2) mengaplikasikan kesimpulan yang diperoleh dari percobaan dalam kehidupan sehari-hari.

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat: hati-hati, teliti, dan objektif (jujur) dalam menggunakan perangkat ayu nan matematis untuk mengukur percepatan gravitasi bumi, hidrometer untuk mengukur massa jenis zat cair, manometer terbuka untuk mengukur tekanan hidrostatik dalam zat cair, penggaris untuk mengukur ketinggian zat cair dan ketinggian air dalam manometer terbuka, serta dalam menggunakan perangkat percobaan pada umumnya.

c. Ranah Psikomotorik

Peserta didik diharapkan dapat terampil dalam menggunakan perangkat ayu nan matematis untuk mengukur percepatan gravitasi bumi, hidrometer untuk mengukur massa jenis zat cair, manometer terbuka untuk mengukur tekanan hidrostatik dalam zat cair, penggaris untuk mengukur ketinggian zat cair dan ketinggian air dalam manometer terbuka, serta dalam menggunakan perangkat percobaan pada umumnya.

d. Ranah Iman dan Taqwa

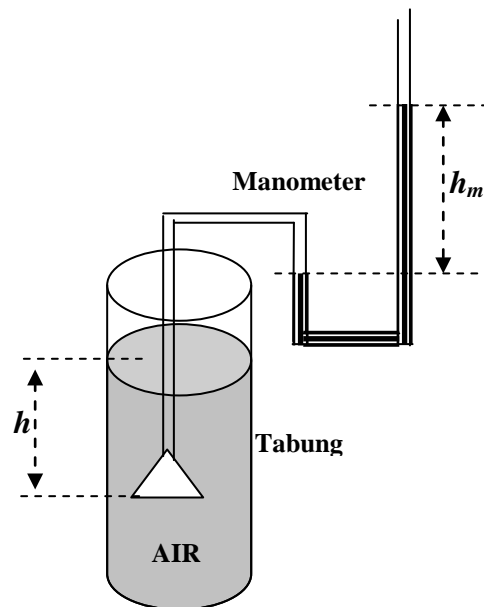
Peserta didik diharapkan dapat menyadari, bahwa semakin dalam kita menyelam di dalam air semakin besar harga tekanan hidrostatik yang kita alami. Apakah ikan-ikan di lautan yang dalam masih dapat berenang-renang dengan riang gembira, walaupun mendapat tekanan hidrostatik yang cukup besar ? Apakah ikan mempunyai alat pengatur tekanan dalam tubuhnya ? Maha besar Allah yang telah mendesain semua ciptaannya dengan rapi dan akurat.

2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

- Perangkat ayu nan matematis, hidrometer, manometer terbuka, dan penggaris.
- Tabung, air, dan minyak tanah.

3. LEMBAR KEGIATAN MAHASISWA

- Rangkailah alat dan bahan percobaan seperti gambar 10 berikut.



Gambar 10: Rangkaian Alat dan Bahan Percobaan Tekanan Hidrostatik

- Gunakan perangkat ayunan untuk mengukur percepatan gravitasi bumi, misalnya: $g = \dots \text{ cm / s}^2$.
- Gunakan hidrometer untuk mengukur massa jenis air, misalnya: $\rho_a = \dots \text{ gram / cm}^3$ dan massa jenis minyak tanah, misalnya: $\rho_m = \dots \text{ gram / cm}^3$.
- Isilah tabung dengan air, celupkan corong manometer ke dalam air, ukurlah kedalaman corong, misalnya: $h = \dots \text{ cm}$ dan bacalah selisih permukaan air pada manometer, misalnya: $h_m = \dots \text{ cm}$. Hitunglah tekanan hidrostatik (p_h)! Apakah tekanan ini sama dengan harga tekanan yang ditunjukkan oleh manometer (p_m)? Jika sama, berapakah harga p_m ? Apakah $p_m = \rho_a g h_m$? Apakah $p_h = \rho_a g h_m + \text{tekanan udara luar } (p_0)$ atau $p_h = p_m + p_0$? Coba anda fikir sejenak, pilihlah satu di antara kedua persamaan tersebut! Mana yang cocok?
- Buatlah tabel hasil percobaan, masukkan data ke dalam tabel hasil percobaan yang telah anda buat! Hitunglah harga tekanan hidrostatik p_h .
- Ulangi langkah percobaan d dan e berkali-kali sehingga diperoleh harga h , h_m , p_m , dan p_h yang berbeda-beda. Gambarlah grafik p_h vs h dan grafik p_m vs h_m . Hitunglah $\text{tg } \alpha$ dari masing-masing grafik. Apakah keduanya menghasilkan harga $\text{tg } \alpha$ yang persis sama atau hampir sama atau dua harga yang berbeda jauh? Jika berbeda jauh, ulangi percobaan anda dan apabila persis sama atau hampir sama berarti percobaan anda sukses. Apabila anda sukses, apakah kesimpulan anda? Tuliskan kesimpulan anda dan aplikasi dari kesimpulan yang anda peroleh ke dalam kehidupan sehari-hari.
- Ulangi langkah percobaan d, e, dan f **dengan mengganti air dengan minyak tanah, baik di dalam tabung maupun di dalam kolom manometer! Awas**

jangan sampai lupa kedalaman corong manometer terbuka harus sama dengan kedalaman corong pada saat dicelupkan ke dalam air. Tulislah kesimpulan dan aplikasi dari kesimpulan yang anda peroleh dalam kehidupan sehari-hari dalam buku laporan anda.

- h. Tulislah kesimpulan umum yang anda peroleh dari percobaan dalam buku laporan !
- i. Diskusikan dengan teman-teman anda, apakah ikan mempunyai alat pengatur tekanan dalam tubuhnya ? Bagaimana cara kerja alat pengatur tekanan ini ? Apa manfaatnya alat pengatur tekanan ini bagi ikan-ikan yang hidup di kedalaman yang sangat dalam ? Siapakah yang mendisain tubuh ikan yang sedemikian rapinya ? Maha besar Allah yang telah menciptakan ikan-ikan yang hidup di lautan ! Tulislah hasil diskusi anda ke dalam buku laporan anda !

Catatan.

Percobaan ini sulit dilakukan, karena kesulitan dalam mengatur letak manometer terbuka dan kesulitan dalam meletakkan corong ke dalam air atau minyak. Lagi pula sambungan antara corong dengan pipa plastic manometer terbuka sering bocor. Hati-hati dan cermat dalam melaksanakan percobaan ini !

PERCOBAAN 16: HUKUM ARCHIMEDES

1. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat:

- (1) menemukan hubungan antara gaya ke atas (F_{arc}) dengan berat benda di udara (W_u) dan berat benda di dalam air (W_a) atau berat benda di dalam minyak (W_m).
- (2) menemukan hubungan antara gaya ke atas (F_{arc}) dengan berat air yang dipindahkan (W) atau berat minyak yang dipindahkan (W_m).
- (3) menemukan hubungan antara gaya ke atas (F_{arc}) dengan volume air yang dipindahkan (ΔV) atau volume minyak yang dipindahkan (ΔV_m).
- (4) mengaplikasikan kesimpulan yang diperoleh dari percobaan dalam kehidupan sehari-hari.

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat: hati-hati, teliti, dan objektif (jujur) dalam menggunakan dinamometer untuk mengukur berat benda di udara (W_u) dan berat benda di dalam zat cair (W_a atau W_m), gelas ukur untuk mengukur volume benda yang dicelupkan dalam zat cair (ΔV), dan hidrometer untuk mengukur massa jenis zat cair (ρ_a atau ρ_m).

c. Ranah Psikomotorik

Peserta didik dapat terampil dalam menggunakan dinamometer untuk mengukur berat benda di udara (W_u) dan berat benda di dalam zat cair (W_a atau W_m), gelas ukur untuk mengukur volume benda yang dicelupkan dalam zat cair (ΔV), dan hidrometer untuk mengukur massa jenis zat cair (ρ_a atau ρ_m).

d. Ranah Iman dan Taqwa

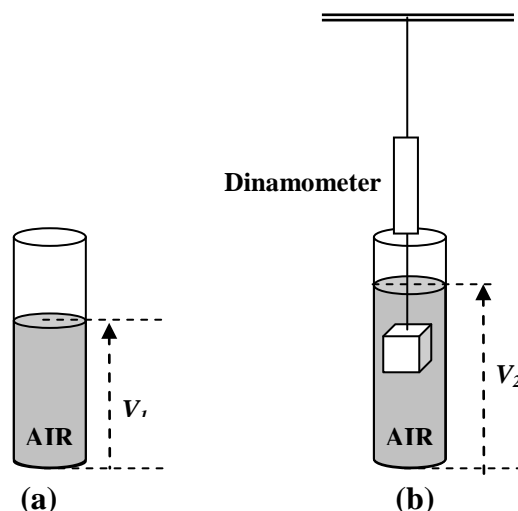
Peserta didik diharapkan dapat menyadari, bahwa ada manfaat yang sangat besar bagi manusia dengan adanya gaya Archimedes. Apakah sifat alam yang seperti ini patut dipelajari oleh manusia ? Jadi, apakah manusia harus belajar addin (ilmu agama) dan ilmu kealaman dengan seimbang ?

2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

- Dinamometer untuk mengukur berat benda di udara (W_u) dan berat benda di dalam zat cair (W_a atau W_m), gelas ukur untuk mengukur volume benda yang dicelupkan dalam zat cair (ΔV), dan hidrometer untuk mengukur massa jenis zat cair (ρ_a atau ρ_m).
- Kubus logam, balok kayu, air, dan minyak tanah.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- Ukurlah percepatan gravitasi bumi di tempat percobaan dengan menggunakan dinamometer, dengan langkah: (1) timbang massa suatu benda dengan neraca, misalnya diperoleh $m_1 = \dots$ gram = \dots kg. (2) gantungkan benda pada dinamometer, baca skala yang ditunjukkan dinamometer, inilah berat benda tersebut, misalnya diperoleh $W_1 = \dots$ dyne = \dots N. Harga percepatan gravitasi = $g = W_1 / m_1$ dengan satuan N/kg.
- Ambil air secukupnya dan ukurlah massa jenisnya dengan hidrometer, misalnya diperoleh: $\rho_a = \dots$ gram / cc. Ambil minyak tanah secukupnya dan ukurlah massa jenisnya dengan hidrometer, misalnya diperoleh: $\rho_m = \dots$ gram / cc.
- Ambil kubus logam, timbanglah beratnya di udara dengan dinamometer, misalnya diperoleh: $W_{ul} = \dots$ dyne.
- Masukkan kubus logam ke dalam air dan bacalah penunjukkan dinamometer, misalnya = $W_{al} = \dots$ dyne. Apakah antara W_{ul} dan W_{al} ada perbedaannya ? Jika ada bedanya, berapakah harga $W_{ul} - W_{al} = \dots$ dyne = \dots N. Apakah $W_{ul} - W_{al} = F_{arc}$ = gaya ke atas yang dialami kubus logam ? Coba anda pikirkan ! Jika benar, tulislah kesimpulan anda dalam buku laporan anda !
- Ambil balok kayu, timbanglah beratnya di udara dengan dinamometer, misalnya diperoleh: $W_{ub} = \dots$ dyne = \dots N.
- Masukkan balok kayu ke dalam air, dan bacalah penunjukkan dinamometer, misalkan = $W_{ab} = \dots$ dyne = \dots N. Apakah ada perbedaan antara W_{ub} dan W_{ab} ? Berapakah harga $W_{ub} - W_{ab}$? $W_{ub} - W_{ab} = \dots$ dyne = \dots N. Apakah benar, bahwa gaya ke atas (F_{arc}) = $W_{ub} - W_{ab}$? Jika benar, tulislah kesimpulan anda dalam buku laporan anda !
- Rangkailah alat dan bahan percobaan seperti gambar 11 berikut.



- h. Amati baik-baik gelas ukur pada awal percobaan, misalnya dengan volume $V_1 = \dots \text{ mL} = \dots \text{ cc}$, kemudian masukkan kubus logam ke dalam air. Amati baik-baik penunjukan dinamometer, misalnya $W_{al} = \dots \text{ dyne} = \dots \text{ N}$. Amati pula gelas ukur, misalnya diperoleh $V_2 = \dots \text{ mL} = \dots \text{ cc}$. Berapakah volume kubus ? Apakah volume kubus $= \Delta V = V_2 - V_1$? Jika volume kubus $= \Delta V = V_2 - V_1$. Berapa volume air yang dipindahkan oleh kubus ? Apakah $= \Delta V = V_2 - V_1$?
- i. Jika massa jenis air $= \rho_a = \dots \text{ gram / cc}$ dan percepatan gravitasi bumi adalah $g = \dots \text{ cm / s}^2$, berapakah berat air yang dipindahkan oleh kubus logam ? Apakah $W = \rho_a g \Delta V$?
- j. Ulangi langkah percobaan b, c, d sampai h berkali-kali dan buatlah tabel hasil percobaan serta masukkan semua data yang anda peroleh ke dalam tabel hasil percobaan yang telah anda buat.
- k. Ulangi langkah percobaan b, c, d, sampai h berkali-kali, sehingga anda dapat memperoleh F_{arc1} dan ΔV_1 , F_{arc2} dan ΔV_2 , F_{arc3} dan ΔV_3 , F_{arc4} dan ΔV_4 , serta F_{arc5} dan ΔV_5 . Dari semua data yang anda peroleh, gambarlah grafik F_{arc} vs ΔV . Hitunglah $\tan \alpha$ dari grafik yang anda peroleh ! Apakah harga $\tan \alpha = \rho_a g$? Jika hampir sama atau persis sama, kesimpulan apakah yang dapat anda tarik ? Apakah $F_{arc} = \rho_a g \Delta V$? Jika hubungan ini anda temukan, kesimpulan apakah yang dapat anda temukan ? Tulislah kesimpulan ini ke dalam bahasa yang sederhana dan tepat dalam buku laporan anda ! Tulis pula aplikasi dari kesimpulan ini dalam buku laporan anda !
- l. Ulangi langkah percobaan b, c, d, sampai h berkali-kali **dengan minyak** sebagai pengganti air, sehingga anda dapat memperoleh $F_{arc m1}$ dan ΔV_{m1} , $F_{arc m2}$ dan ΔV_{m2} , $F_{arc m3}$ dan ΔV_{m3} , $F_{arc m4}$ dan ΔV_{m4} , serta $F_{arc m5}$ dan ΔV_{m5} . Dari semua data yang anda peroleh, gambarlah grafik $F_{arc m}$ vs ΔV_m . Hitunglah $\tan \alpha$ dari grafik yang anda peroleh ! Apakah harga $\tan \alpha = \rho_m g$? Jika hampir sama atau persis sama, kesimpulan apakah yang dapat anda tarik ? Apakah $F_{arc m} = \rho_m g \Delta V_m$? Jika hubungan ini anda temukan, kesimpulan apakah yang dapat anda tarik ? Tulislah kesimpulan ini ke dalam bahasa yang sederhana dan tepat dalam buku laporan anda ! Tulis pula aplikasi dari kesimpulan ini dalam buku laporan anda !
- m. Diskusikan dengan teman-teman anda, apakah manfaat adanya gaya Archimedes bagi manusia ? Apakah kemanfaatan ini dijual oleh sang pencipta kepada manusia ? Alangkah maha pemurahnya sang pencipta kepada manusia. Bagaimanakah anda mensyukuri nikmat alam ini ? Tulislah hasil diskusi anda ke dalam buku laporan anda !

PERCOBAAN 17: AZAS BERNOULLI

1. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat:

- (1) menemukan hubungan antara kecepatan air yang mengalir melalui suatu lubang (v) dengan debit air (Q) dan luas penampang lubang (A).
- (2) menemukan hubungan antara kuadrat kecepatan aliran air yang melalui lubang (v^2) dengan percepatan gravitasi (g) dan ketinggian air (h).

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat: teliti, hati-hati, dan objektif (jujur) dalam menggunakan ayunan matematis untuk mengukur percepatan gravitasi bumi (g), gelas ukur untuk mengukur volume air yang mengalir melalui lubang (V), jam henti (HP) untuk mengukur waktu yang diperlukan (t) oleh aliran air yang mengalir melalui lubang dengan volume sebesar (V), penggaris untuk mengukur tinggi permukaan air (h), serta menggunakan jangka sorong untuk mengukur diameter lubang (D) yang dapat untuk menghitung luas lubang ($A = \frac{\pi}{4} D^2$).

c. Ranah Psikomotorik

Peserta didik diharapkan dapat terampil dalam menggunakan ayunan matematis untuk mengukur percepatan gravitasi bumi (g), gelas ukur untuk mengukur volume air yang mengalir melalui lubang (V), jam henti (HP) untuk mengukur waktu yang diperlukan (t) oleh aliran air yang mengalir melalui lubang dengan volume sebesar (V), penggaris untuk mengukur tinggi permukaan air (h), serta menggunakan jangka sorong untuk mengukur diameter lubang (D) yang dapat untuk menghitung luas lubang ($A = \frac{\pi}{4} D^2$).

d. Ranah Iman dan Taqwa

Peserta didik diharapkan dapat menyadari manfaat air yang mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah.

2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

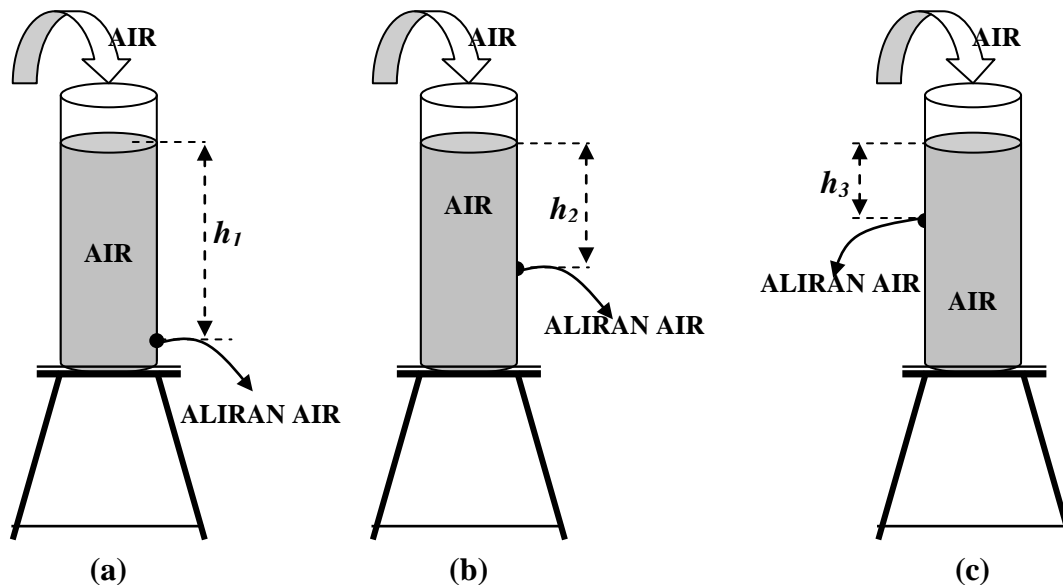
- a. Perangkat ayunan matematis untuk mengukur percepatan gravitasi bumi (g), gelas ukur untuk mengetahui volume air yang mengalir melalui lubang (V), jam henti (HP) untuk mengukur waktu yang diperlukan (t) oleh aliran air yang mengalir melalui lubang dengan volume sebesar (V), penggaris untuk mengukur tinggi permukaan air (h), serta jangka sorong untuk mengukur diameter lubang (D) yang dapat untuk menghitung luas lubang ($A = \frac{\pi}{4} D^2$).
- b. Botol yang berlubang, air secukupnya, dan tabung gelas untuk menampung aliran air yang melalui lubang.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- a. Gunakan ayunan matematis untuk mengukur percepatan gravitasi bumi ditempat percobaan, misalnya diperoleh: $g = \dots$ cm / s². Ukurlah diameter lubang pada botol dan hitunglah jejarnya, misalnya diperoleh: D_1 dan $r_1 = \dots$ cm, D_2 dan $r_2 = \dots$ cm, serta D_3 dan $r_3 = \dots$ cm, dst. Hitunglah harga luas

lubang pada botol, misalnya diperoleh: $A_1 = \dots \text{ cm}^2$, $A_2 = \dots \text{ cm}^2$, dan $A_3 = \dots \text{ cm}^2$, dst. Ukurlah jarak antara garis merah sampai ke lubang pada botol, misalnya diperoleh: $h_1 = \dots \text{ cm}$, $h_2 = \dots \text{ cm}$, dan $h_3 = \dots \text{ cm}$, dst.

- b. Rangkailah alat dan bahan percobaan seperti gambar 12 berikut



Gambar 12: Perangkat Percobaan Azas Bernoulli

- c. Tutuplah lubang dengan jari, tuangkan air ke dalam botol setinggi garis merah, bukalah lubang dengan menarik jari anda, dan amati aliran air dari lubang pada botol. Apakah aliran air sudah seperti yang anda harapkan ? **Jangan lupa**, ketinggian air dalam botol harus dijaga tetap, dengan jalan menuangkan air ke dalam botol secara ajeg (terus menerus).
- d. Siapkan tabung untuk menampung aliran air ! **Isilah air dalam botol terus menerus, sehingga tinggi air tetap pada garis merah !** Tekan tombol jam henti (HP) bersamaan dengan memasang tabung untuk menampung aliran air. Tekan tombol jam henti (HP) setelah waktu menunjuk $t_1 = 30$ detik bersamaan dengan memindah tabung dari aliran air. Ukurlah volume air dalam tabung dengan gelas ukur, misalnya: $V_1 = \dots \text{ mL} = \dots \text{ cc}$. Buatlah tabel hasil pengukuran dan masukkan semua data ke dalam tabel yang telah anda buat ! Hitunglah debit aliran air, yaitu: $Q_1 = \frac{V_1}{t_1} \frac{\text{cc}}{\text{s}}$.
- e. Ulangi langkah percobaan d dengan waktu yang berbeda-beda, misalnya: $t_1 = 30 \text{ s}$, $t_2 = 60 \text{ s}$, $t_3 = 90 \text{ s}$, $t_4 = 120 \text{ s}$, dan $t_5 = 150 \text{ s}$, serta luas lubang pada botol yang berbeda-beda, misalnya diperoleh: $A_1 = \dots \text{ cm}^2$, $A_2 = \dots \text{ cm}^2$, $A_3 = \dots \text{ cm}^2$, $A_4 = \dots \text{ cm}^2$, dan $A_5 = \dots \text{ cm}^2$. Jangan lupa, ukurlah volume aliran airnya, yaitu: $V_1 = \dots \text{ cc}$, $V_2 = \dots \text{ cc}$, $V_3 = \dots \text{ cc}$, $V_4 = \dots \text{ cc}$, dan $V_5 = \dots \text{ cc}$, serta hitunglah debit alirannya, yaitu: $Q_1 = \dots \text{ cc / s}$, $Q_2 = \dots \text{ cc / s}$, $Q_3 = \dots \text{ cc / s}$, $Q_4 = \dots \text{ cc / s}$, $Q_5 = \dots \text{ cc / s}$. Masukkan data ke dalam tabel data hasil pengukuran.
- f. Gambarlah grafik Q sebagai ordinat dan A sebagai absis. Bentuk grafiknya seperti apa ? Garis lurus mendatar atau garis lurus miring ? Jika berbentuk garis lurus miring hitunglah $\tan \alpha$ - nya. Berapakah harganya dan apakah satuannya ? Apakah dapat disimpulkan, bahwa kecepatan aliran air pada

lubang adalah $v = \frac{Q}{A}$. Tulislah kesimpulan anda dan satuannya ke dalam buku laporan anda !

- g. Ulangi langkah percobaan d dan e. Dengan menggunakan data dari langkah percobaan a, yaitu $g = \dots \text{ cm / s}^2$ dan $h_1 = \dots \text{ cm}$, $h_2 = \dots \text{ cm}$, dan $h_3 = \dots \text{ cm}$, dst; hitunglah harga-harga $\sqrt{2gh}$. Apakah harga ini persis sama atau hampir sama dengan harga $v = \frac{Q}{A}$? Jika hampir sama, apakah kesimpulan

yang dapat anda tarik ? Apakah kesimpulan anda adalah: $v = \frac{Q}{A} = \sqrt{2gh}$?

Jika demikian, tuliskan kesimpulan umum anda dan aplikasi dari kesimpulan yang anda peroleh !

- h. Diskusikan dengan teman-teman anda, apakah manfaat adanya sifat air: air mengalir dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah atau dari tekanan tinggi ke tekanan rendah ! Apa yang terjadi, jika air mengalir dari tempat yang rendah ke tempat yang lebih tinggi ? Atau air mengalir dari tekanan rendah ke tekanan yang lebih tinggi ? Diskusikan pula, bagaimanakah caranya untuk mengangkat air sungai bawah tanah (seperti yang ada di daerah-daerah kabupaten Gunungkidul) agar air tersebut dapat dimanfaatkan bagi kehidupan manusia ? Tuliskan hasil diskusi anda ke dalam buku laporan anda !

CATATAN.

Debit aliran fluida yang mengalir secara laminar adalah: $Q = \frac{\text{Volume}}{\text{selangwaktu}} = \frac{V}{t}$. Jika

kecepatan aliran adalah v dan luas lubang aliran adalah A , maka volume fluida yang mengalir adalah: $V = A v t$, sehingga $Q = \frac{Avt}{t} = Av$. Jika tinggi permukaan fluida

dalam botol adalah h dan percepatan gravitasi bumi adalah g , dengan menggunakan azas Bernoulli dapat diperoleh $v = \sqrt{2gh}$. Jadi debit aliran pada lubang (Q) dengan luas lubang (A), kecepatan aliran (v), jarak lubang sampai permukaan fluida (h), dan percepatan gravitasi bumi (g) adalah:

$$Q = Av = A\sqrt{2gh}.$$

Demikianlah kesimpulan umum yang akan anda peroleh dari percobaan azas Bernoulli. Dengan demikian, tuliskan kesimpulan yang anda peroleh dari percobaan dan tulis pula aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

PERCOBAAN 18: PERUBAHAN WUJUD ZAT DAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHINYA

1. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat: menemukan faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan fase zat.

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat hati-hati, teliti, dan objektif (jujur) dalam melakukan percobaan pemanasan kapur barus, spirtus, dan air dalam tabung, serta dalam menggunakan termometer untuk mengukur temperaturnya.

c. Ranah Psikomotor

Peserta didik diharapkan dapat terampil dalam melakukan percobaan pemanasan kapur barus, spirtus, dan air dalam tabung, serta dalam menggunakan termometer untuk mengukur temperaturnya.

d. Ranah Iman dan Taqwa

Peserta didik dapat menyadari, bahwa semua benda dapat mengalami perubahan fase, misalnya: zat padat dapat menjadi cair kemudian dapat berubah menjadi fase gas. Sebagai contoh nyata: es (air yang padat) dapat menjadi air (zat cair) dan dapat menjadi uap air (zat gas).

2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

- a. Termometer untuk mengukur temperatur zat, gelas ukur untuk mengukur volume cairan, jam henti (HP) untuk mengukur waktu, kipas untuk mengipasi air yang telah dipanaskan, dan pipet untuk meneteskan cairan.
- b. Serbuk kapur barus, spirtus, air, tabung gelas, bunsen, kaki tiga, kasa, dan tak-takan gelas dari logam.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- a. Dengan menggunakan pipet, teteskan air dua tetes ditempat A dan dua tetes lainnya di tempat B. Ukurlah temperatur di tempat anda meneteskan air, misalnya: $t = \dots ^\circ\text{C}$. Perluas permukaan air di B dengan tangan anda. Nantikan beberapa menit, apa yang terjadi ? Amati dengan seksama ! Apakah air di B lebih cepat menguap dari air di A ? Mengapa air dapat menguap pada temperatur tersebut ($t = \dots ^\circ\text{C}$) ? Anda apakan air di B ? Apa sebabnya air dapat menguap pada temperatur $t = \dots ^\circ\text{C}$? Tulislah penjelasan dan kesimpulannya dalam buku laporan anda !
- b. Panaskan air sedikit dalam tabung, matikan apinya, kemudian ukurlah temperatur awalnya ($t_i = \dots ^\circ\text{C}$). Tuangkan air dalam dua tak-takan gelas A dan B ! Kipasi air yang ada dalam tak-takan gelas B, setelah beberapa menit anda kipasi, hentikan proses pengipasan, ukurlah temperatur air dalam kedua tak-takan tersebut, misalnya diperoleh: temperatur air di tak-takan A adalah $t_A = \dots ^\circ\text{C}$ dan di B adalah $t_B = \dots ^\circ\text{C}$! Apakah ada bedanya ? Jika tidak berbeda, ulangi percobaan anda ! Jika sudah berbeda, mengapa temperatur air di dalam kedua tak-takan berbeda ? Tulislah penjelasan dan kesimpulan anda dalam buku laporan !
- c. Tuangkan serbuk kapur barus (**sedikit saja**) ke dalam tabung. Ukur temperatur awalnya ($t_i = \dots ^\circ\text{C}$). Panaskan tabung, apa yang terjadi ? Apakah serbuk kapur barus dapat mendidih dan kemudian menguap ? Pada saat serbuk kapur barus mendidih dan menguap, ukurlah temperaturnya, misalnya diperoleh $t_f = \dots ^\circ\text{C}$. Hentikan pemanasan, tutuplah tabung dengan kertas, setelah beberapa menit, amati dengan seksama. Apakah pada kertas ada butiran-butiran kapur barus ? Coba anda raba dan anda bau ? Apakah butiran-butiran itu kapur barus ? Tulislah kesimpulan yang anda peroleh dari

pengamatan dan percobaan di buku laporan anda ! Jangan lupa, tulislah penjelasan anda !

- d. Tuangkan lima tetes spirtus ke dalam tabung dengan pipet ! Ukurlah temperatur awalnya, misalnya: $t_i = \dots ^\circ\text{C}$. Panaskan spirtus dengan hati-hati, setelah beberapa detik, amati dengan seksama, apakah spirtus dapat mendidih kemudian menguap ? Ukurlah temperatur spirtus pada saat mendidih dan menguap, misalnya: $t_f = \dots ^\circ\text{C}$. Hentikan pemanasan ! Tutuplah tabung dengan tak-takan gelas, apakah ada uap pada tak-takan gelas ? Uap apakah itu ? Coba amati dengan seksama ! Tulislah penjelasan dan kesimpulan anda dalam buku laporan !
- e. Tuangkan air (sedikit saja) ke dalam tabung ! Ukur temperatur awalnya ($t_i = \dots ^\circ\text{C}$). Panaskan tabung, amati dengan seksama, apakah air dalam tabung dapat mendidih dan menguap ? Pada saat air mendidih dan menguap, ukurlah temperaturnya ($t_f = \dots ^\circ\text{C}$). Tulislah penjelasan dan kesimpulan anda dalam buku laporan !
- f. Dengan data yang anda peroleh pada langkah percobaan e, hitunglah tekanan udara luar (p_{bar}) pada saat percobaan ! Tulislah dengan jelas dan tepat langkah-langkah untuk menemukan tekanan udara luar (p_{bar}) ?
- g. Tulislah faktor-faktor apa saja yang dapat mempengaruhi perubahan fase suatu zat ? Tulislah kesimpulan umum yang anda peroleh dalam percobaan ini ? Tulis pula penjelasan umum yang dapat anda lakukan dalam buku laporan anda !
- h. Diskusikan dengan teman-teman anda, apakah manfaat adanya perubahan fase zat bagi manusia, terutama perubahan fase air ? Apakah manfaat air hujan bagi kehidupan manusia ? Apakah air hujan dijual sang pencipta kepada manusia, ataukah diberikan cuma-cuma ? Alloh itu memang maha pemurah dan maha kasih kepada makhluk-Nya. Tulislah hasil diskusi anda ke dalam buku laporan anda !

CATATAN.

Pada tekanan udara luar 1 atmosfer = $1,013 \times 10^8 \text{ dyne / cm}^2 = 1,013 \times 10^7 \text{ N/m}^2 = 1,013 \times 10^7 \text{ Pa}$, air mendidih pada temperatur 100°C . Apabila digunakan persamaan

Gay Lussac $\frac{p}{T} = c$ atau $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$, apakah anda dapat menghitung tekanan udara

luar pada saat air dalam tabung sedang mendidih ? Jika dapat, tulislah penjelasan dan kesimpulan anda dalam buku laporan !

PERCOBAAN 19: AZAS BLACK

1. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat:

- (1) menghitung harga kalor yang diberikan dan kalor yang diterima suatu benda.
- (2) Menemukan, bahwa kalor yang diberikan sama dengan kalor yang diterima.
- (3)

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat: teliti, hati-hati, dan objektif (jujur) dalam menggunakan neraca lengan untuk mengukur massa berbagai macam benda, termometer untuk mengukur temperatur berbagai macam zat, serta dalam menghitung harga kalor yang diberikan dan harga kalor yang diterima.

c. Ranah Psikomotor

Peserta didik diharapkan dapat terampil dalam menggunakan neraca lengan untuk mengukur massa berbagai macam benda, termometer untuk mengukur temperatur berbagai macam zat, serta dalam menghitung harga kalor yang diberikan dan harga kalor yang diterima.

d. Ranah Iman dan Taqwa

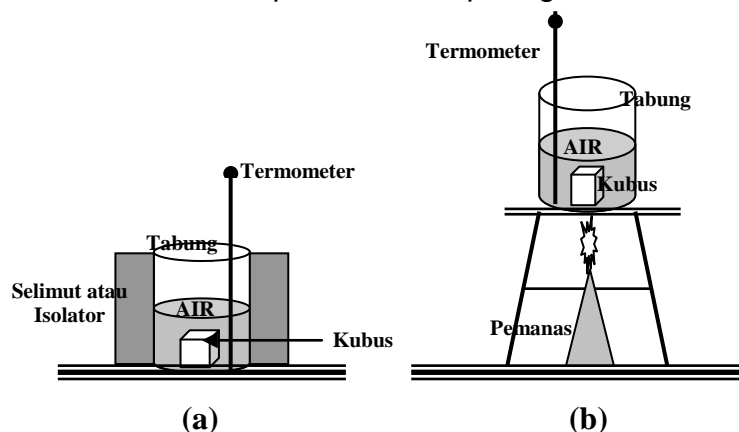
Peserta didik diharapkan dapat menyadari, bahwa kalor dapat berpindah dari zat yang bertemperatur tinggi ke zat yang bertemperatur rendah, tidak sebaliknya.

2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

- Perangkat kalorimeter, termometer, dan neraca lengan.
- Kubus logam dari aluminium, pemanas, dan air secukupnya.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- Timbanglah benda-benda berikut dengan neraca lengan, misalnya diperoleh:
 - massa kubus dari aluminium = $m_{Al} = \dots$ gram.
 - massa kalorimeter = $m_k = \dots$ gram.
 - massa air = $m_a = \dots$ gram.
 - massa termometer = $m_t = \dots$ gram.
- Bacalah buku referensi anda, misalnya anda peroleh:
 - kalor jenis aluminium = $C_{Al} = 0,217$ kalori / gram $^{\circ}\text{C}$.
 - kalor jenis air = $C_a = 1,0$ kalori / gram $^{\circ}\text{C}$.
 - kalor jenis gelas = $C_g = 0,199$ kalori / gram $^{\circ}\text{C}$.
- Rangkailah alat dan bahan percobaan seperti gambar 13 berikut.



Gambar 13: Rangkaian Alat dan Bahan Percobaan Azas Black

- Tuangkan air ke dalam kalorimeter bersamaan dengan memanasi kubus aluminium di dalam tabung lain yang berisi air (gambar b).
- Ukurlah temperatur kubus dengan termometer, misalnya: $T_b = 75^{\circ}\text{C}$. Ukurlah temperatur air dalam kalorimeter, misalnya: $T_i = \dots^{\circ}\text{C}$. Segera masukkan kubus aluminium yang bertemperatur 75°C ke dalam air yang berada dalam kalorimeter (gambar a), aduk-aduklah dengan termometer sampai temperaturnya merata (**awas hati-hati**). Setelah temperatur setimbang,

ukurlah temperatur air, kalorimeter, dan kubus aluminium, misalnya diperoleh: $T_f = \dots ^\circ\text{C}$.

- f. Hitunglah harga kalor yang diberikan kubus aluminium kepada air, termometer, dan kalorimeter, misalnya: $Q_1 = m_{Al} C_{Al} (T_b - T_f)$ kalori.
- g. Hitunglah harga kalor yang diterima oleh air, termometer, dan kalorimeter, misalnya: $Q_2 = (m_a C_a + m_t C_g + m_k C_{Al}) (T_i - T_f)$ kalori.
- h. Bandingkan antara Q_1 dan Q_2 . Apakah harga Q_1 dan Q_2 hampir sama atau persis sama atau melenceng jauh ? Jika melenceng jauh, ulangi percobaan anda ! Jika hampir sama, mengapa tidak persis sama ? Tulislah penjelasan anda dalam buku laporan anda !
- i. Tulislah kesimpulan umum dari percobaan yang anda lakukan ! Ini berarti anda telah menemukan azas Black.
- j. Diskusikan dengan teman-teman anda, mengapa kalor dapat berpindah dari temperatur tinggi ke temperatur rendah ? Apakah manfaat perpindahan kalor kepada manusia ? Bagaimanakah cara anda berterima kasih kepada Allah yang telah memberi kenikmatan ini ? Tulislah hasil diskusi anda ke dalam buku laporan anda !

PERCOBAAN 20: GELOMBANG MEKANIK PADA TALI DAN SLINKI

1. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat:

- (1) menemukan hubungan antara kecepatan rambat gelombang pada tali atau slinki (v) dengan periode gelombang (T) atau frekuensi gelombang (f) dan panjang gelombang (λ).
- (2) mengaplikasikan kesimpulan yang diperoleh dari percobaan ke dalam kehidupan sehari-hari.

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat: teliti, hati-hati, dan objektif (jujur) dalam mengukur panjang gelombang (λ) dengan rolmeter dan mengukur periode gelombang (T) dengan jam henti atau frekuensi gelombang (f) pada tali atau pada slinki yang digetarkan.

c. Ranah Psikomotor

Peserta didik diharapkan dapat terampil dalam mengukur panjang gelombang (λ) dengan rolmeter dan mengukur periode gelombang (T) dengan jam henti atau frekuensi gelombang (f) pada tali atau pada slinki yang digetarkan.

d. Ranah Iman dan Taqwa

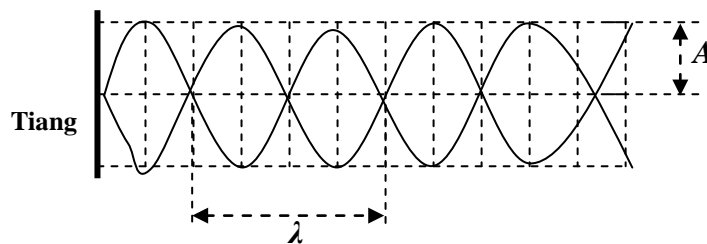
Peserta didik diharapkan dapat mensyukuri nikmat dengan adanya gelombang yang dapat merambat pada benda padat, cair, dan gas.

2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

- Penggaris untuk mengukur panjang gelombang pada tali atau slinki dan jam henti (HP) untuk mengukur waktu yang diperlukan oleh sebuah panjang gelombang yang melintas pada tali atau slinki.
- Tali atau slinki yang cukup panjang, potongan kain putih untuk memberi tanda, dan tiang sebagai tempat ditambatkannya tali.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

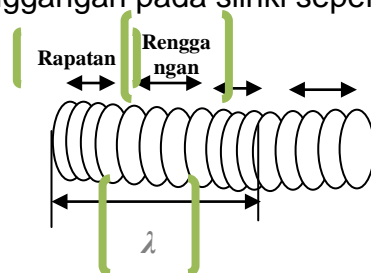
- Ikutkan tali pada tiang pada salah satu ujungnya dan ujung lainnya anda getarkan terus menerus, sehingga diperoleh gelombang transversal yang kontinu (ajeg) baik panjang gelombangnya maupun frekuensinya. Amati baik-baik gambar 14 berikut.



Gambar 14: Percobaan Gelombang Mekanik pada Tali

- Ikutkan kain pada simpul (S) dan perut (P) gelombang. Ambil 3S dan 2P atau 2S dan 3P untuk diberi tanda dengan kain. Getarkan tali secara ajeg, amati baik-baik tandanya. Apakah sudah tepat? Jika kurang tepat, geserlah tanda pada tempat yang tepat. Getarkan lagi, sehingga diperoleh tempat simpul dan perut yang tepat. Hentikan getaran anda dan ukurlah panjang gelombangnya, misalkan: $\lambda = \text{jarak antara } 3S = \text{jarak antara } 3P = \dots \text{ cm}$.
- Getarkan lagi tali dengan ajeg, ukurlah waktu yang diperlukan untuk satu panjang gelombang melintas. Andaikan sulit dapat anda pilih 2 atau 4 panjang gelombang, misalkan: $t = \dots$ detik (s). Jika satu panjang gelombang yang melintas, maka $t = \text{periode gelombang} = T$. Jika 2 panjang gelombang yang melintas, maka $t = 2T$, jika 4 panjang gelombang yang melintas, maka $t = 4T$. Hitunglah frekuensi gelombang (f). Harga frekuensi gelombang adalah $f = \frac{1}{T}$ hertz (Hz).
- Ulangi langkah percobaan b dan c berkali-kali, sehingga anda peroleh harga-harga: λ_1 dan T_1 , λ_2 dan T_2 , λ_3 dan T_3 , λ_4 dan T_4 , serta λ_5 dan T_5 . Gambarlah grafik λ vs T dalam kertas grafik yang telah anda siapkan. Apakah bentuk grafiknya garis lurus mendatar atau garis lurus miring? Apabila anda peroleh garis lurus miring, ulangi percobaan anda! Jika anda peroleh garis lurus mendatar, apa maknanya? Tulislah kesimpulan dan penjelasan anda dalam buku laporan.
- Jika anda peroleh bentuk grafik garis lurus miring, berarti perbandingan antara panjang gelombang dan periode gelombang selalu tetap. Dengan demikian, anda peroleh hubungan antara kecepatan merambatnya gelombang yang tetap dengan panjang gelombang dan periode gelombang. Jadi $v = \frac{\lambda}{T}$ dengan satuan $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ atau $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

- f. Ulangi langkah percobaan b, c, d, dan e **tetapi ujung tali yang satu bebas** (tidak terikat pada tiang) dan ujung lainnya anda getarkan secara ajeg. Bagaimanakah gambar gelombangnya ? Apakah ada hubungan $v = \frac{\lambda}{T} = f\lambda$? Gambarkan gelombang yang menjalar pada tali dengan ujung bebas dan tuliskan kesimpulan anda dalam buku laporan !
- g. Apakah kesimpulan umum dari percobaan anda ? Apakah dapat disimpulkan bahwa $v = \frac{\lambda}{T} = f\lambda$. Coba anda hitung harga-harga kecepatan gelombang dari hasil langkah percobaan c dan d. Apakah benar bahwa $v_1 = f_1\lambda_1$, $v_2 = f_2\lambda_2$, demikian seterusnya sampai $v_5 = f_5\lambda_5$, dan harga-harga kecepatannya persis sama atau hampir sama. Tuliskan kesimpulan umum dan penjelasannya dalam buku laporan anda !
- h. Gantilah tali dengan slinki ! Ulangi langkah percobaan a sampai g, ambillah data sesuai dengan langkah-langkah a sampai g dan masukkan data ke dalam tabel data yang telah anda buat, serta analisis data yang anda peroleh ! Apakah kesimpulan yang anda temukan ? Tuliskan dalam buku laporan anda !
- i. Tariklah slinki, sehingga jadi panjang. Getarkan slinki dengan arah getaran sama atau searah dengan rambatan gelombangnya, sehingga diperoleh rapatan dan renggangan pada slinki seperti gambar 14.a berikut.



Gambar 14.a: Gelombang Longitudinal pada Slinky

- j. Ukurlah panjang gelombang (λ) gelombang longitudinal ini dengan cara mengukur jarak antara rapatan – renggangan – rapatan atau renggangan – rapatan – renggangan seperti pada gambar 14.a. Ukur pula periodenya (T) seperti pada langkah c. Tentukan pula cepat rambat gelombang longitudinal ini (v) seperti pada langkah d tersebut di atas.
- k. Gambarlah grafik λ vs T dan tentukan harga $tg\alpha$ -nya. Apakah harga ini sama dengan atau hampir sama dengan perhitungan $v = \lambda / T$? Jika sama atau hampir sama, apakah kesimpulan anda ?
- l. Tuliskan aplikasi dari kesimpulan yang anda peroleh dalam buku laporan !
- m. Diskusikan dengan teman-teman anda, apakah hewan-hewan dalam air, misalnya: ikan paus, ikan hiu, ikan pari, dan ikan-ikan kecil lainnya saling berkomunikasi ? Komunikasinya dengan isyarat atau dengan bahasa ikan ? Apakah media komunikasi antar ikan ? Apakah komunikasi antar ikan juga bayar seperti kita menggunakan hand phone ? Apakah manusia dapat mengerti bahasa ikan ? Untuk bias mengerti bahasa ikan, caranya bagaimana ? Maha besar Allah yang telah mendisain alam semesta ini. Tuliskan hasil diskusi anda ke dalam buku laporan anda !

Catatan.

Percobaan ini sulit dilaksanakan, karena: (1) kita kesulitan dalam memunculkan panjang gelombang tali yang ajeg. Mengapa ? Karena gaya kita pada tali sulit diukur besarnya; (2) kita kesulitan dalam menentukan simpul dan perut gelombang pada tali; serta (3) kita kesulitan dalam menentukan waktu (t) yang dipergunakan untuk melintas satu gelombang penuh dan kesulitan dalam menentukan periode (T) gelombang pada tali atau slinki.

PERCOBAAN 21: HUKUM PEMANTULAN

1. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat:

- (1) menemukan, bahwa berkas cahaya datang, garis normal, dan berkas cahaya pantul berada dalam sebuah bidang datar.
- (2) menemukan, bahwa harga sudut datang sama dengan harga sudut pantul.

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat: hati-hati, teliti, dan objektif (jujur) dalam menggambar cermin (datar, cekung, dan cembung), berkas cahaya datang, garis normal, dan berkas cahaya pantul serta dalam menggunakan busur derajat untuk mengukur sudut datang dan sudut pantul.

c. Ranah Psikomotor

Peserta didik diharapkan dapat terampil dalam menggambar cermin (datar, cekung, dan cembung), berkas cahaya datang, garis normal, dan berkas cahaya pantul serta terampil dalam menggunakan busur derajat untuk mengukur sudut datang dan sudut pantul.

d. Ranah Iman dan Taqwa

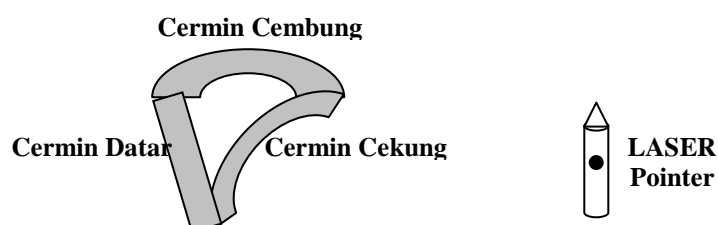
Peserta didik diharapkan dapat menyadari, bahwa manfaat cermin bagi manusia banyak sekali. Apakah manfaat ini diperjual belikan ?

2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

- a. Busur derajat.
- b. Cermin datar, cekung, dan cembung, LASER pointer (batere / “senter” atau “sentolop”), kertas, serta pensil yang “lincip”.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- a. Siapkan alat dan bahan percobaan seperti gambar 15 berikut.



Gambar 15: Gabungan Tiga Macam Cermin

- b. Letakkan cermin gabungan pada kertas putih yang telah anda sediakan. Hidupkan LASER pointer menghadap cermin datar. Aturlah biar jelas berkas cahaya datang dan berkas cahaya pantulnya. Gambarkan secara skematis cermin datar, berkas cahaya datang, dan berkas cahaya pantulnya pada kertas putih dengan pensil yang “lincip” dan dalam buku laporan anda ! Angkatlah gabungan cermin dari kertas putih anda. Buatlah garis tegak lurus yang melewati titik temu antara berkas cahaya datang dan berkas cahaya pantul. Garis tegak lurus ini disebut garis normal. Akhirnya, amati baik-baik gambar anda, apakah berkas cahaya datang, berkas cahaya pantul, dan garis normal terletak pada sebuah bidang datar ? Tulis kesimpulan anda dalam buku laporan !
- c. Ukurlah dengan busur derajat harga sudut datang dan sudut pantul ! Apakah harganya persis sama atau hampir sama atau melenceng jauh ? Jika melenceng jauh ulangi percobaan anda ! Jika hampir sama, kesimpulan apakah yang dapat anda peroleh ? Tulislah kesimpulan anda dalam buku laporan !
- d. Ulangi percobaan anda berkali-kali dengan sudut datang yang berbeda-beda, sehingga hasil anda dirasa mantab ! Kapan terjadi pemantulan sempurna pada cermin datar ? Ukurlah sudut datangnya pada saat terjadi pemantulan sempurna ! Berapakah harganya ? Apakah harga ini selalu tetap ? Apakah sebabnya pemantulan sempurna dapat terjadi ? Tulislah kesimpulan dan penjelasan anda dalam buku laporan anda !
- e. Ulangi langkah percobaan b, c, dan d dengan **mengganti cermin datar dengan cermin cekung** ! Kapan terjadi pemantulan sempurna pada cermin cekung ? Ukurlah harga sudut datang pada saat terjadi pemantulan sempurna ! Apakah sudut datang pada saat pemantulan sempurna terjadi itu harganya tetap ? Berapa derajat harganya ? Tulislah kesimpulan yang anda peroleh dan penjelasannya dalam buku laporan !
- f. Ulangi langkah percobaan b, c, dan d dengan **mengganti cermin cekung dengan cermin cembung** ! Kapan terjadi pemantulan sempurna pada cermin cembung ? Ukurlah harga sudut datang pada saat terjadi pemantulan sempurna ! Apakah sudut datang pada saat pemantulan sempurna terjadi itu harganya tetap ? Berapa derajat harganya ? Tulislah kesimpulan yang anda peroleh dan penjelasannya dalam buku laporan !
- g. Tulislah kesimpulan umum yang anda peroleh dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.
- h. Diskusikan dengan teman-teman anda mengenai manfaat cermin datar, cekung, dan cembung bagi manusia ! Apakah manfaat ini diperjual belikan ? Bahagialah orang-orang yang dapat membongkar rahasia alam ini melalui penelitian. Coba anda diskusikan dengan teman-teman anda, apakah antenna parabola dapat diganti dengan susunan cermin ? Jika dapat, caranya bagaimana ? Jelaskan pula cara kerja cermin parabola ! Tulislah hasil diskusi anda ke dalam buku laporan anda !

PERCOBAAN 22: PEMBIASAN PADA KACA PLANPARALEL

1. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat:

- (1) menemukan hukum pembiasan pada kaca plan paralel.
- (2) mengukur sudut datang dan sudut bias pada permukaan kaca plan paralel, mengukur harga pergeseran (t) antara berkas cahaya yang datang pada kaca plan paralel dan berkas cahaya yang keluar dari kaca plan paralel, serta menggambar sudut datang, sudut bias, berkas cahaya datang, dan berkas cahaya yang keluar dari kaca plan paralel.
- (3) menemukan hubungan antara indeks bias (n) bahan kaca plan paralel dengan harga sinus sudut datang ($\sin i$) dan sinus sudut bias ($\sin r$).

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat: hati-hati, teliti, dan objektif (jujur) dalam melakukan percobaan; terutama dalam menggunakan busur derajat untuk mengukur harga sudut datang dan sudut bias serta dalam menggunakan penggaris untuk mengukur harga pergeseran berkas cahaya yang masuk dan yang keluar pada kaca plan paralel.

c. Ranah Psikomotor

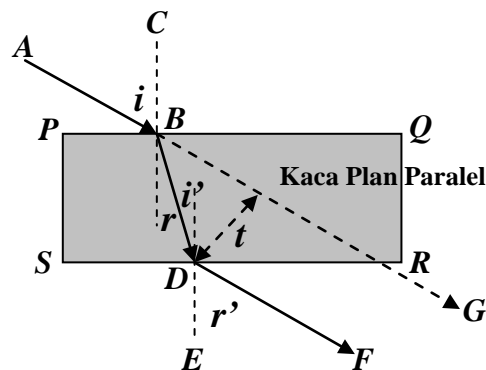
Peserta didik diharapkan dapat terampil dalam melakukan percobaan; terutama dalam menggunakan busur derajat untuk mengukur harga sudut datang dan sudut bias serta dalam menggunakan penggaris untuk mengukur harga pergeseran berkas cahaya yang masuk dan yang keluar pada kaca plan paralel.

d. Ranah Iman dan Taqwa

Peserta didik diharapkan dapat menyadari akan manfaat peristiwa pembiasan dalam kehidupan sehari-hari.

2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

- a. Busur derajat dan penggaris.
- b. Kaca plan paralel, kertas putih, dan pensil yang "lincip".
- c. Perhatikan baik-baik gambar 16 berikut.



Gambar 16: Perangkat Percobaan Pembiasan pada
Kaca Plan Paralel

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- Letakkan kaca plan paralel pada kertas putih yang telah anda sediakan. Gambarlah sisi-sisi kaca plan paralel dan berilah nama PQRS seperti gambar 16.
- Hidupkan LASER pointer (batere) dan arahkan pada salah satu sisi kaca plan paralel seperti gambar 16. Pilihlah sudut datang (i) sedemikian rupa sehingga tampak jelas berkas cahaya yang masuk kaca (AB), berkas cahaya bias (BD), dan berkas cahaya yang keluar dari kaca plan paralel (DF). Singkirkan kaca plan paralel dari kertas putih, kemudian gambarlah berkas cahaya datang (AB), dan berkas cahaya yang keluar dari kaca plan paralel (DF). ***Awas hati-hati dan teliti dalam menggambar dua berkas cahaya ini.***
- Angkat kaca plan paralel dari kertas putih ! Hubungkan titik B dan D dengan garis lurus, sehingga diperoleh berkas cahaya bias BD ! Dari titik B gambarlah garis tegak lurus pada PQ, yaitu garis BC ! Dari titik D gambarlah garis tegak lurus pada SR, yaitu garis DE ! Perpanjang garis AB, sehingga diperoleh garis lurus ABG ! Dari titik D gambarlah garis tegak lurus pada garis ABG, sehingga diperoleh pergeseran antara berkas cahaya yang masuk dan yang keluar pada kaca plan paralel, yaitu: t .
- Amati baik-baik gambar anda ! Apakah berkas cahaya datang, berkas cahaya bias, dan garis normal berada dalam satu bidang datar ? Tulislah kesimpulan yang anda peroleh dalam buku laporan !
- Gunakan busur derajat untuk mengukur sudut datang (i) dan sudut bias (r). Apakah harga sudut datang persis sama atau hampir sama atau berbeda dengan sudut bias ? Jika persis sama atau hampir sama, ulangi percobaan anda ! Jika berbeda, hitunglah $\sin i$ dan $\sin r$!
- Ulangi langkah percobaan a, b, c, d, dan e dengan sudut datang yang berbeda-beda, sehingga diperoleh: i_1 dan r_1 , i_2 dan r_2 , i_3 dan r_3 , i_4 dan r_4 , serta i_5 dan r_5 . Hitunglah harga sinusnya ! Kemudian gambarlah grafik $\sin i$ vs $\sin r$! Bagaimanakah bentuk grafiknya ? Apakah garis lurus miring ataukah garis lurus mendatar ? Jika berupa garis lurus mendatar, ulangi percobaan anda ! Jika berupa garis lurus miring, apakah maknanya ? Apakah harga perbandingan antara $\sin i$ dan $\sin r$ berupa tetapan ? Jika berupa tetapan, berapakah harganya ? Apakah harganya persis sama atau hampir sama dengan **harga indeks bias bahan kaca plan paralel** dalam buku referensi anda ? Jika sama atau hampir sama, tulislah kesimpulan yang anda peroleh dalam buku laporan anda !
- Tulislah kesimpulan umum yang anda peroleh dari percobaan dan tulis pula aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari dalam buku laporan anda !
- Diskusikan dengan teman-teman anda mengenai manfaat peristiwa pembiasan dalam kehidupan sehari-hari ! Apakah anda melihat ikan-ikan di dalam air itu ukurannya membesar atau mengecil dari ukuran sebenarnya ? Apakah letak ikan itu mendekati anda atau menjauhi anda ? Bagaimanakah ikan hiu dapat menyergap mangsanya dengan tepat dan cepat ? Apakah ikan hiu mempunyai perhitungan-perhitungan tersendiri dalam menyergap mangsanya ? Tulislah hasil diskusi anda ke dalam buku laporan anda !

CATATAN.

Jika kaca plan paralel berada di udara dengan indeks bias n' , maka berlaku persamaan snellius: $n' \sin i = n \sin r$. Jika diambil harga $n' = 1$ (indeks bias udara),

maka berlaku persamaan: $n = \frac{\sin i}{\sin r}$, dengan n = indeks bias bahan kaca plan paralel. Dengan demikian, bentuk grafik $\sin i$ vs $\sin r$, pasti berupa garis lurus miring dan harga perbandingan antara $\sin i$ dan $\sin r$ adalah: $n = \frac{\sin i}{\sin r}$. Buku referensi menuliskan, bahwa: indeks bias kaca korona = 1,52; kaca flinta = 1,58; dan indeks bias gelas diantara 1,5 sampai 1,9. Mana yang anda temukan?

PERCOBAAN 23: PEMBIASAN PADA PRISMA

1. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat:

- (1) menemukan hukum Snellius pada pembiasan dalam prisma.
- (2) menemukan sudut deviasi minimum dari hasil percobaan.

- (3) menemukan persamaan $n = \frac{\sin \frac{1}{2}(D_{\min} + B)}{\sin \frac{1}{2}B}$ dengan n = indeks bias bahan

prisma, D_{\min} = sudut deviasi minimum, dan B = sudut pembias prisma.

- (4) Mengaplikasikan kesimpulan yang diperoleh dari percobaan dalam kehidupan sehari-hari.

b. Ranah Afeksi

Peserta didik diharapkan dapat: kreatif, hati-hati, teliti, dan obyektif (jujur) dalam melakukan percobaan pembiasan pada prisma; terutama dalam menggambar dan memilih sudut datang, sudut bias, sudut deviasi minimum, serta sudut bias terakhir pada prisma.

c. Ranah Psikomotor

Peserta didik diharapkan dapat terampil dalam melakukan percobaan pembiasan pada prisma; terutama dalam menggambar dan memilih sudut datang, sudut bias, sudut deviasi minimum, serta sudut bias terakhir pada prisma.

d. Ranah Iman dan Taqwa

Peserta didik diharapkan dapat menyadari keindahan cahaya monokromatis dan cahaya polikromatis setelah melalui prisma kaca.

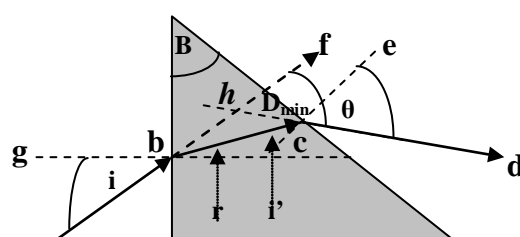
2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

- a. Busur derajat untuk mengukur sudut serta penggaris, kertas, dan pensil untuk menggambar.
- b. LASER pointer (batere) dan prisma kaca.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

a. Percobaan Pertama

- (1) Perhatikan gambar 17 berikut.



- (2) Letakkan prisma kaca pada kertas putih yang telah anda sediakan ! Gambarlah sisi-sisi prisma seperti gambar 17 !
- (3) Hidupkan LASER pointer (batere) dan arahkan pada sebuah sisi prisma kaca, sehingga diperoleh berkas cahaya datang ab seperti gambar 17 ! Amati baik-baik berkas cahaya biasanya, yaitu: cd ! Putarlah prisma searah dengan arah putar jarum jam atau berlawanan dengan arah putar jarum jam. Amati baik-baik, apakah berkas cahaya bias ikut berputar ? Kemana arah putar berkas cahaya bias ? Jika arah putar berkas cahaya bias berhenti serta berbalik arah dengan arah berlawanan dengan arah putar prisma, hentikan percobaan anda ! Pada saat berkas cahaya bias berhenti berputar, ini menandakan sudut deviasi minimum terbentuk. Kemudian angkatlah prisma dari kertas putih dan gambarlah berkas cahaya datang (ab), berkas cahaya bias (bc), dan gambarlah berkas cahaya bias terakhir (cd). Perpanjang garis ab, sehingga menjadi garis abf dan perpanjang garis dc, sehingga bertemu dengan garis abf di titik h. Kemudian ukurlah harga sudut dhf yang sama dengan sudut deviasi minimum (D_{min}).
- (4) Ukurlah sudut deviasi minimum (D_{min}) dan sudut pembias (B). Kemudian hitunglah harga $\sin 0,5 (D_{min} + B)$ dan $\sin 0,5 B$. Hitung pula harga perbandingan antara $\sin 0,5 (D_{min} + B)$ dan $\sin 0,5 B$. Berapa harganya ? Cocokkan harga perhitungan anda dengan harga indeks bias bahan prisma yang ada dalam buku referensi anda ! Jika cocok, percobaan anda berhasil dan jika melenceng jauh, percobaan anda gagal.
- (5) Ulangi langkah percobaan a sampai d berkali-kali, sehingga diperoleh suatu kepastian yang benar-benar mantap.
- (6) Dapat pula anda buat grafik: $\sin 0,5 (D_{min} + B)$ vs $\sin 0,5 B$. Harga $\sin 0,5 (D_{min} + B)$ sebagai ordinat dan harga $\sin 0,5 B$ sebagai absisnya. Gambar grafiknya berupa garis lurus mendatar atau garis lurus miring ? Jika berupa garis lurus mendatar, apa maknanya dan jika berupa garis lurus miring, apa maknanya ? Tulislah kesimpulan anda dalam buku laporan anda !
- (7) Diskusikan dengan teman-teman anda, apakah yang terjadi jika LASER pointer diganti dengan sumber cahaya polikromatis ? Apakah cahaya polikromatis terdispersi dan terdeviasi secara bersamaan ? Jika peristiwa disperse dan deviasi terjadi bersamaan, apakah cahaya polikromatis dapat terurai menjadi cahaya penyusunnya ? Alangkah bahagianya orang yang dapat melihat warna warni cahaya, sehingga mereka dapat membedakan seseorang itu memakai baju merah atau baju warna lainnya. Apakah peristiwa alam ini diperjual belikan oleh sang pencipta kepada manusia ? Maha besar Allah desainer alam semesta ini. Tulislah hasil diskusi anda dalam buku laporan anda !

CATATAN.

1. Pada gambar 17 berlaku sudut deviasi = sudut hbc + sudut hcb atau $D = (i - r) + (\theta - i') = i - r + \theta - i' = (i + \theta) - (r + i')$. Karena $B = r + i'$, maka $D = (i + \theta) - B$.

Sudut deviasi D harganya sangat bergantung pada sudut datang (i). Jika sudut datang diperbesar, maka sudut deviasinya ikut membesar; namun pada sudut datang tertentu sudut deviasinya mencapai sudut yang terkecil, walaupun sudut datangnya diperbesar lagi. **Sudut deviasi yang terkecil, disebut sebagai sudut deviasi minimum (D_{min}).**

Secara geometris, sudut deviasi minimum terjadi bila berkas cahaya yang keluar dari prisma setangkup dengan berkas cahaya datang. **Pada saat terjadi deviasi**

minimum, berlaku persamaan:
$$n = \frac{\sin \frac{1}{2}(D_{min} + B)}{\sin \frac{1}{2}B}.$$

b. Dapat pula anda melaksanakan percobaan dengan langkah-langkah berikut:

- (1) Letakkan prisma kaca pada kertas putih yang telah anda sediakan ! Gambarlah sisi-sisi prisma seperti gambar 17 !
- (2) Hidupkan LASER pointer (batere) dan arahkan pada sebuah sisi prisma kaca seperti gambar 17, sehingga diperoleh berkas cahaya datang ab ! Amati baik-baik berkas cahaya biasanya, yaitu: cd !
- (3) Angkat prisma dari kertas putih ! Kemudian gambarlah berkas cahaya datang, berkas cahaya bias dalam prisma, dan berkas cahaya bias di luar prisma. Amati baik-baik gambar pada kertas putih, apakah berkas cahaya datang, garis normal (bg), dan berkas cahaya yang dibiaskan dalam prisma berada dalam sebuah bidang datar ? Jika berada dalam sebuah bidang datar, kesimpulan apakah yang dapat anda tarik ? Tulislah dalam buku laporan anda !
- (4) Ulangi langkah percobaan a sampai c dengan harga sudut datang yang berbeda-beda, misalnya: i_1, i_2, i_3, i_4 , dan i_5 , akan anda peroleh pula harga sudut ecd = sudut bias paling luar prisma = $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$, atau θ_5 . Dengan menggunakan persamaan $D = (i + \theta) - B$, hitunglah harga sudut deviasinya. Anda peroleh D_1, D_2, D_3, D_4 , dan D_5 . Kemudian cari mana harga yang terkecil (diperoleh $D_{min} = \dots$). Buat tabel dan masukkan data ke dalam tabel ! Tulislah dalam buku laporan anda !
- (5) Ulangi langkah percobaan d berkali-kali, sehingga anda peroleh harga D_{min} yang bervariasi, misalnya: D_{min1}, D_{min2} , dan D_{min3} . Dengan harga ini, hitunglah harga $x = \sin \frac{1}{2}(D_{min} + B)$ dan harga $y = \sin \frac{1}{2}B$. Gambarkan grafik x vs y . Bagaimana bentuk grafiknya ? Apakah garis lurus miring atau garis lurus mendatar ? Jika anda peroleh bentuk grafik garis lurus miring, kesimpulan apa yang dapat anda peroleh ? Tulislah kesimpulan yang anda peroleh dalam buku laporan ! Cocokkan hasilnya dengan indeks bias bahan prisma yang ada dalam buku referensi ! Apakah cocok? Jika cocok, kesimpulan apa yang anda peroleh ?

- (6) Apakah kesimpulan anda ? Dapatkah disimpulkan, bahwa $n = x / y$? Tulislah kesimpulan umum anda dan aplikasi dari kesimpulan yang anda peroleh dalam kehidupan sehari-hari dalam buku laporan !

Catatan.

Percobaan ini agak sulit dilaksanakan, karena kesulitan dalam memutar prisma dan sekaligus mengamati perputaran berkas cahaya bias, sehingga ditemukan titik balik perputaran cahaya bias. Singkat kata, kita kesulitan dalam menentukan sudut deviasi minimum yang diperoleh dari perputaran prisma dan perputaran berkas cahaya bias.

**PERCOBAAN 24:
JARAK TITIK API CERMIN CEKUNG DAN CERMIN CEMBUNG**

1. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat:

- (1) menemukan hubungan antara jarak titik api cermin cekung (f) dengan jarak benda (S_o) dan jarak bayangan (S_i) pada cermin cekung serta dapat menggunakan perjanjian mengenai jarak benda dan jarak bayangannya.
- (2) menemukan hubungan antara jarak titik api cermin cembung (f) dengan jarak benda (S_o) dan jarak bayangan (S_i) pada cermin cembung serta dapat menggunakan perjanjian mengenai jarak benda dan jarak bayangannya.
- (3) mengaplikasikan kesimpulan yang diperoleh dari percobaan dalam kehidupan sehari-hari.

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat: hati-hati, teliti, dan objektif (jujur) dalam melakukan percobaan; terutama dalam menggunakan penggaris untuk mengukur jarak benda dan jarak bayangan, menentukan bayangan sejati yang dapat ditangkap dengan layar, serta dalam menggunakan perjanjian mengenai jarak benda dan jarak bayangan.

c. Ranah Psikomotor

Peserta didik diharapkan dapat terampil dalam melakukan percobaan; terutama dalam menggunakan penggaris untuk mengukur jarak benda dan jarak bayangan, menentukan bayangan sejati yang dapat ditangkap dengan layar, serta dalam menggunakan perjanjian mengenai jarak benda dan jarak bayangan.

d. Ranah Iman dan Taqwa

Peserta didik diharapkan dapat menyadari, bahwa manfaat cermin cembung dan cermin cekung bagi manusia itu banyak sekali; sehingga peserta didik dapat menyadari kekuasaan dan keagungan sang pencipta alam.

2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

- a. Penggaris untuk mengukur jarak benda dan jarak bayangan.
- b. Cermin cekung, cermin cembung, lensa positif, benda (lilin), dan layar.

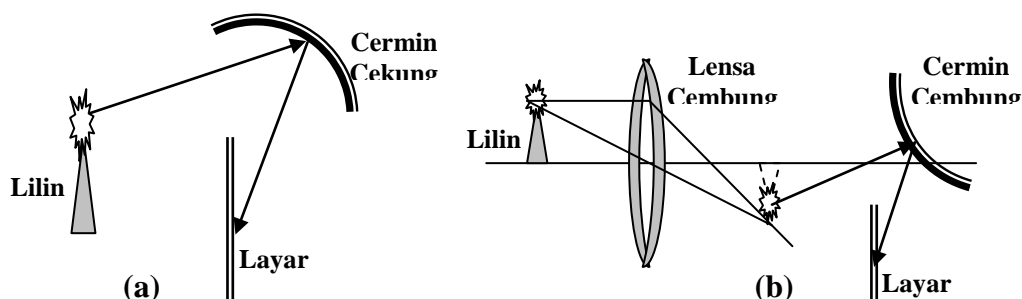
CATATAN.

Perjanjian tanda untuk cermin lengkung.

- Jarak benda bertanda positif jika benda terletak di depan cermin (benda nyata).
- Jarak benda bertanda negatif jika benda terletak di belakang cermin (benda maya).
- Jarak bayangan bertanda positif jika bayangan terletak di depan cermin (bayangan nyata).
- Jarak bayangan bertanda negatif jika bayangan terletak di belakang cermin (bayangan maya).
- Jarak titik api (f) dan jejari kelengkungan (R) bertanda positif jika pusat kelengkungan cermin terletak di depan cermin (cermin cekung).
- Jarak titik api (f) dan jejari kelengkungan (R) bertanda negatif jika pusat kelengkungan cermin terletak di belakang cermin (cermin cembung).
- Perbesaran bayangan (M) positif berarti bayangan tegak.
- Perbesaran bayangan (M) negatif berarti bayangan terbalik.
- Bayangan nyata dapat ditangkap dengan layar dan bayangan maya tidak dapat ditangkap dengan layar.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- Letakkan benda (lilin), cermin cekung, dan layar seperti gambar 18.a ! Upayakan bayangan benda dapat ditangkap dengan layar dan jelas ! Bagaimanakah sifat bayangannya ? Diperbesar atau diperkecil, tegak atau terbalik. Ukurlah jarak benda (S_o) dan jarak bayangan (S_i). Buatlah tabel hasil percobaan dan masukkan data ke dalam tabel !
- Ulangi langkah percobaan a berkali-kali, sehingga diperoleh S_{o1} dan S_{i1} , S_{o2} dan S_{i2} , S_{o3} dan S_{i3} , S_{o4} dan S_{i4} , serta S_{o5} dan S_{i5} . Tulislah data dalam tabel hasil percobaan pada buku laporan anda !
- Hitunglah harga $y = S_o S_i$ dan harga $x = S_o + S_i$. Gambarkan grafik x vs y dalam kertas grafik yang telah anda sediakan, dengan y sebagai ordinat dan x sebagai absis. Bentuk grafiknya berupa garis lurus miring atau garis lurus mendatar ? Jika berupa garis lurus miring, apa maknanya ? Jika berupa garis lurus mendatar apa maknanya ?
- Lihatlah pada cermin dengan teliti, berapakah jarak fokus cermin itu ? Misalkan $f = \dots$ cm. Cocokkan hasil pembacaan anda dengan harga $tg\alpha$ dari grafik y vs x atau dengan hasil perhitungan anda dari persamaan $f = \frac{S_o S_i}{S_o + S_i}$. Apakah hasilnya sama persis, hampir sama, atau melenceng jauh ? Jika melenceng jauh, ulangi percobaan anda dan jika hampir sama, berarti anda sukses dalam melaksanakan percobaan.
- Tulislah kesimpulan yang anda peroleh dari percobaan dan aplikasinya dalam buku laporan !
- Apakah dapat anda simpulkan, bahwa: $f = \frac{S_o S_i}{S_o + S_i}$ untuk cermin cekung, apakah satuan dan tanda dari jarak titik api cermin cekung ? Hitunglah jejari kelengkungan cermin cekung (R) ! Apakah $R = 2 f$? Apakah tanda dari R ? Tulislah kesimpulan anda dalam buku laporan anda !



- g. Letakkan lilin, lensa cembung, dan layar segaris. Aturlah letak lilin sedemikian rupa sehingga diperoleh bayangan yang jelas pada layar. Amati baik-baik bayangan ini. Terbalik atau tegak, diperbesar atau diperkecil. Catat baik-baik posisi kedudukan layar, misalnya di titik A. Letakkan cermin cembung di belakang layar. Pindah layar dari kedudukan mula-mula untuk menangkap bayangan yang dibentuk oleh cermin cembung. Aturlah letak cermin cembung dan layar sedemikian rupa sehingga diperoleh bayangan yang dapat ditangkap layar dengan jelas. Amati baik-baik bayangan pada layar, apakah bayangan tegak atau terbalik, diperbesar atau diperkecil ? Buat tabel dan masukkan data ke dalam tabel. Catat baik-baik posisi cermin cembung, misalnya di titik B dan catat baik-baik posisi layar, misalnya di titik C.
- h. Ukurlah jarak titik A dan B, misalnya AB dan ukurlah jarak titik B dan C, misalnya BC. Apakah $AB = S_0$ = jarak benda untuk cermin cembung ? Apakah $BC = S_i$ = jarak bayangan untuk cermin cembung ? Jika demikian, ulangi langkah percobaan e dan f berkali-kali, sehingga diperoleh S_{01} dan S_{i1} , S_{02} dan S_{i2} , S_{03} dan S_{i3} , S_{04} dan S_{i4} , serta S_{05} dan S_{i5} . Tulislah data dalam tabel hasil percobaan pada buku laporan anda !
- i. Hitunglah harga $y = S_0 S_i$ dan harga $x = S_0 + S_i$. Gambarkan grafik x vs y dalam kertas grafik yang telah anda sediakan, dengan y sebagai ordinat dan x sebagai absis. Bentuk grafiknya berupa garis lurus miring atau garis lurus mendatar ? Jika berupa garis lurus miring, apa maknanya ? Jika berupa garis lurus mendatar apa maknanya ? Amati baik-baik dan teliti cermin cembung yang anda gunakan untuk percobaan, berapakah harga jarak titik apinya ? Misalnya $= f = \dots$ cm. Cocokkan harga ini dengan harga $tg \alpha$ -nya atau dengan harga $f = \frac{S_0 S_i}{S_0 + S_i}$. Apakah harganya sama persis atau hampir sama atau melenceng jauh ? Jika melenceng jauh, ulangi percobaan anda ! Tulislah kesimpulan yang anda peroleh dari percobaan dan aplikasinya dalam buku laporan !
- j. Apakah dapat anda simpulkan, bahwa: $f = \frac{S_0 S_i}{S_0 + S_i}$ untuk cermin cembung ?
Apakah satuan dan tanda f ? Hitunglah jejari kelengkungan cermin cembung (R) ? Apakah $R = 2 f$? Apakah tanda R untuk cermin cembung ? Tulislah kesimpulan dan aplikasinya dalam buku laporan anda !
- k. Ingat baik-baik perjanjian tanda untuk cermin lengkung.**
- l. Diskusikan dengan teman-teman anda, apakah manfaat cermin cekung dan cermin cembung bagi manusia ? Apakah cermin dapat digunakan untuk melihat hantu ? Apa sebabnya ? Berbahagialah orang yang tidak dapat melihat jin, syaithon, dan hantu ("dhemit"), mengapa bahagia ? Maha besar Allah yang telah mendesain alam sedemikian rupa, sehingga manusia dapat hidup bahagia. Tulislah hasil diskusi anda dalam buku laporan anda !

PERCOBAAN 25: JARAK TITIK API LENS CEMBUK DAN LENS CEKUNG

1. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat:

- (1) menemukan hubungan antara jarak titik api lensa cembung (f) dengan jarak benda (S_o) dan jarak bayangan (S_i) pada lensa cembung (lensa positif).
- (2) menemukan hubungan antara jarak titik api lensa cekung (f) dengan jarak benda (S_o) dan jarak bayangan (S_i) pada lensa cekung (lensa negatif).
- (3) mengaplikasikan kesimpulan yang diperoleh dari percobaan dalam kehidupan sehari-hari.

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat: hati-hati, teliti, dan obyektif (jujur) dalam melakukan percobaan; terutama dalam menggunakan penggaris untuk mengukur jarak benda dan jarak bayangan, menentukan bayangan sejati yang dapat ditangkap dengan layar, serta dalam menggunakan perjanjian mengenai jarak benda dan jarak bayangan.

c. Ranah Psikomotor

Peserta didik diharapkan dapat terampil dalam melakukan percobaan; terutama dalam menggunakan penggaris untuk mengukur jarak benda dan jarak bayangan, menentukan bayangan sejati yang dapat ditangkap dengan layar, serta dalam menggunakan perjanjian mengenai jarak benda dan jarak bayangan.

d. Ranah Iman dan Taqwa

Peserta didik diharapkan dapat menyadari dan mensyukuri nikmat yang diberikan Allah kepadanya, melalui adanya manfaat lensa cekung dan lensa cembung bagi manusia.

2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

- a. Penggaris untuk mengukur jarak benda dan jarak bayangan.
- b. Lensa cembung, lilin, layar, dan lensa cekung.

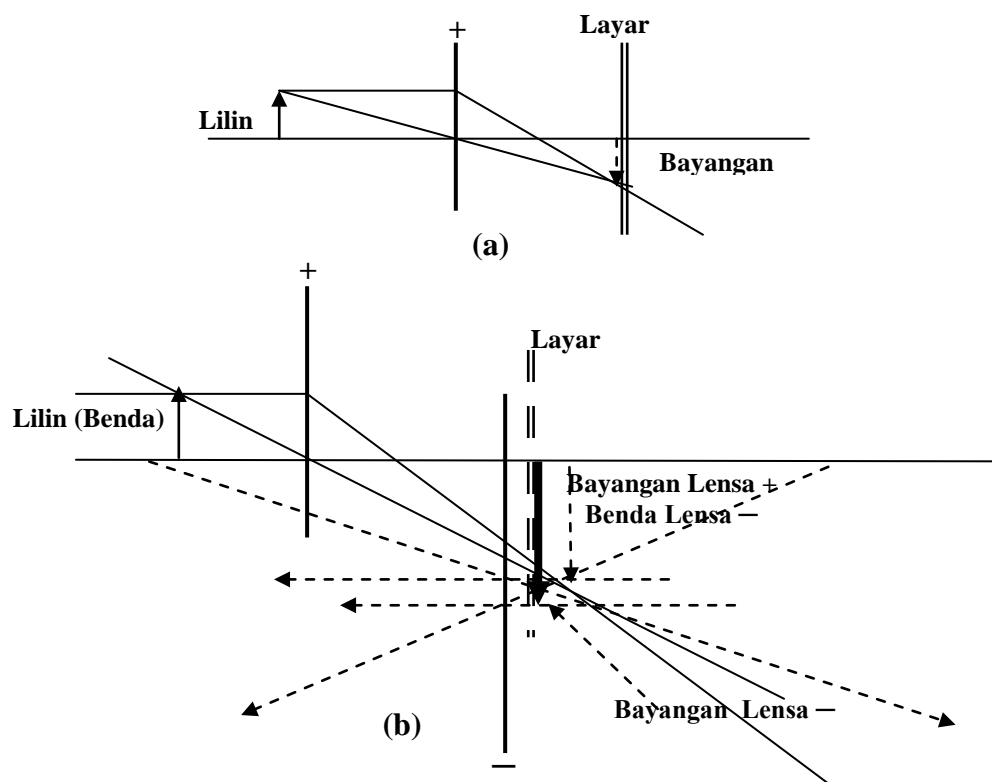
CATATAN.

Perjanjian tanda untuk pembiasan pada permukaan lengkung.

- a. Jarak benda bertanda positif jika benda di depan permukaan lensa (benda nyata).
- b. Jarak benda bertanda negatif jika benda di belakang permukaan lensa (benda maya).
- c. Jarak bayangan bertanda positif jika bayangan di belakang permukaan lensa (bayangan nyata).
- d. Jarak bayangan bertanda negatif jika bayangan di depan permukaan lensa (bayangan maya).
- e. Jari kelengkungan bertanda positif jika pusat kelengkungan berada di belakang permukaan lensa.
- f. Jari kelengkungan bertanda negatif jika pusat kelengkungan berada di depan permukaan lensa.
- g. Lensa cembung disebut lensa positif dan lensa cekung disebut lensa negatif.
- h. Bayangan maya tidak dapat ditangkap dengan layar dan bayangan nyata dapat ditangkap dengan layar.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- Letakkan lilin, lensa cembung, dan layar segaris lurus seperti gambar 19.a !
Aturlah letak lilin dan lensa cembung sedemikian rupa sehingga dapat diperoleh bayangan yang dapat ditangkap layar dengan jelas. Ukurlah jarak benda (S_0) dan ukurlah jarak bayangan (S_i) ! Amati baik-baik sifat bayangannya, apakah diperbesar atau diperkecil, tegak atau terbalik.
- Ulangi langkah percobaan a berkali-kali sehingga anda peroleh: S_{01} dan S_{i1} , S_{02} dan S_{i2} , S_{03} dan S_{i3} , S_{04} dan S_{i4} , serta S_{05} dan S_{i5} . Buatlah tabel hasil percobaan dan masukkan data ke dalam tabel yang anda buat ! Tulislah dalam buku laporan anda !
- Dari hasil langkah percobaan b, hitunglah harga $y = S_0 S_i$ dan harga $x = S_0 + S_i$. Buatlah grafik x vs y , dengan y sebagai ordinat dan x sebagai absis ! Apakah anda peroleh bentuk grafik berupa garis lurus miring atau garis lurus mendatar ? Jika berupa garis lurus miring, apa maknanya ? Jika berupa garis lurus mendatar, apakah maknanya ? Teliti lensa cembung yang anda gunakan dalam percobaan, berapakah harga jarak titik apinya ? Misalkan $f = \dots$ cm. Cocokkan harga ini dengan harga t_g dari grafik yang anda peroleh atau cocokkan dengan hasil perhitungan anda yang menggunakan persamaan $f = \frac{S_0 S_i}{S_0 + S_i}$. Apakah hasilnya sama persis atau hampir sama atau melenceng jauh ? Jika melenceng jauh, ulangi percobaan anda ! Apakah kesimpulan yang dapat anda peroleh ? Tulislah kesimpulan anda dalam buku laporan !
- Apakah dapat anda simpulkan, bahwa: $f = \frac{S_0 S_i}{S_0 + S_i}$ untuk lensa cembung, apakah satuan dan tanda dari f ? Hitung pula jejari kelengkungannya (R), apakah $R = 2f$? Apakah satuan dan tanda dari R ?



Gambar 19: Percobaan untuk Menemukan Jarak Titik Api Lensa

- e. Letakkan lilin, lensa cembung, dan layar segaris lurus seperti gambar 19.b ! Aturlah letak lilin dan lensa cembung sedemikian rupa sehingga dapat diperoleh bayangan yang dapat ditangkap layar dengan jelas. Amati baik-baik posisi layar, misalnya di titik A. Letakkan lensa cekung seperti gambar 19.b.
- f. Atur lensa cekung dan layar sehingga diperoleh bayangan yang dapat ditangkap dengan layar dan jelas ! Amati baik-baik bayangan yang anda peroleh ! Apakah diperbesar atau diperkecil, tegak atau terbalik ! Amati baik-baik posisi lensa cekung, misalnya di titik B. Apakah makna jarak AB, apakah sama dengan jarak benda bagi lensa cekung (S_0) ? Amati posisi layar baik-baik, misalnya di titik C ! Apakah jarak BC sama dengan jarak bayangan bagi lensa cekung (S_i) ?
- g. Ulangi langkah percobaan e dan f berkali-kali, sehingga anda peroleh: S_{01} dan S_{i1} , S_{02} dan S_{i2} , S_{03} dan S_{i3} , S_{04} dan S_{i4} , serta S_{05} dan S_{i5} . Buat tabel hasil percobaan dan masukkan data ke dalam tabel yang telah anda buat ! Hitunglah harga $y = S_0 S_i$ dan harga $x = S_0 + S_i$. Buatlah grafik x vs y , dengan y sebagai ordinat dan x sebagai absis ! Apakah anda peroleh bentuk grafik berupa garis lurus miring atau garis lurus mendatar ? Jika berupa garis lurus miring, apa maknanya ? Jika berupa garis lurus mendatar, apakah maknanya ? Teliti lensa cembung yang anda gunakan dalam percobaan, berapakah harga jarak titik apinya ? Misalkan $f = \dots$ cm. Cocokkan harga ini dengan harga $tg \alpha$ dari grafik yang anda peroleh atau cocokkan dengan hasil perhitungan anda yang menggunakan persamaan $f = \frac{S_0 S_i}{S_0 + S_i}$. Apakah hasilnya sama persis atau hampir sama atau melenceng jauh ? Jika melenceng jauh, ulangi percobaan anda ! Apakah kesimpulan yang dapat anda peroleh ? Tulislah kesimpulan anda dalam buku laporan anda !
- h. Apakah dapat anda simpulkan, bahwa: $f = \frac{S_0 S_i}{S_0 + S_i}$ untuk lensa cekung, apakah satuan dan tanda dari f ? Hitung pula jejari kelengkungannya (R), apakah satuan dan tanda dari R ? Apakah $2f = R$?
- i. Aplikasikan kesimpulan-kesimpulan yang anda peroleh dari percobaan ke dalam kehidupan sehari-hari ! Tulislah dalam buku laporan anda !
- j. Diskusikan dengan teman-teman anda, apakah manfaat lensa cembung dan lensa cekung bagi manusia ? Apakah lensa dapat digunakan untuk membuat teleskop, mikroskop, dan alat potret (kamera) ? Apakah kamera dapat untuk memotret hantu atau gendruwo serta mikroskop dapat digunakan untuk melihat hantu ? Tulislah hasil diskusi anda ke dalam buku laporan anda !

PERCOBAAN 26: HAMBATAN JENIS PENGHANTAR (KONDUKTOR)

1. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat:

(1) menentukan hubungan antara hambatan jenis penghantar (ρ) dengan hambatan penghantar (R), luas penampang penghantar (A), dan panjang penghantar (L) melalui percobaan ($\rho = \frac{RA}{L}$).

(2) Mengaplikasikan kesimpulan yang diperoleh dari percobaan dalam kehidupan sehari-hari.

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat: hati-hati, teliti, objektif (jujur), dan kreatif dalam melakukan percobaan; terutama dalam menggunakan ohmmeter untuk mengukur hambatan penghantar, jangka sorong untuk mengukur diameter penghantar, rolmeter untuk mengukur panjang penghantar, dan dalam menghitung luas penampang penghantar.

c. Ranah Psikomotor

Peserta didik diharapkan dapat terampil dalam melakukan percobaan; terutama dalam menggunakan ohmmeter untuk mengukur hambatan penghantar, jangka sorong untuk mengukur diameter penghantar, rolmeter untuk mengukur panjang penghantar, dan dalam menghitung luas penampang penghantar.

d. Ranah Iman dan Taqwa

Peserta didik diharapkan menyadari kegunaan zat yang tergolong dalam konduktor, isolator, dan zat semikonduktor. Pada umumnya konduktor listrik yang baik juga konduktor kalor yang baik pula. Hal ini membuktikan bahwa Allah itu maha kasih kepada ummat-Nya.

2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

- Ohmmeter, jangka sorong, dan rolmeter.
- Penghantar dengan berbagai macam panjang, diameter, dan berbagai jenis penghantar (besi dan “tembaga”), hambatan jenis besi = $10,0 \times 10^{-8}$ ohm meter dan tembaga = $1,72 \times 10^{-8}$ ohm meter.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- Ukur hambatan beberapa jenis penghantar dengan berbagai macam panjang dan diameter, misalkan diperoleh data seperti tabel berikut.

Jenis Penghantar	No	R (Ω)	L (m)	D (mm)	D (m)	A (m ²)
Besi	1					
	2					
	3					
Tembaga	1					
	2					
	3					

- Hitunglah $y = R A$. Buatlah grafik y vs L pada kertas grafik yang telah anda sediakan, dengan y sebagai ordinat dan L sebagai absis. Apakah bentuk grafik berupa garis lurus miring atau garis lurus mendatar? Jika berupa garis lurus miring, apa maknanya? Jika berupa garis lurus mendatar, apa maknanya?
- Amati baik-baik logam yang anda gunakan dalam percobaan, apakah besi atau tembaga? Jika besi, berapakah harga hambatan jenisnya? Misalnya = $\rho_b = \dots \Omega \text{ m}$. Cocokkan harga ini dengan harga $\tan \alpha$ dari grafik yang anda peroleh atau cocokkan dengan harga hambatan jenis besi dari buku referensi

yang anda baca ! Jika harganya sama persis atau hampir sama, maka percobaan anda sukses. Jika harganya melenceng jauh, ulangi percobaan anda. Apakah dapat anda simpulkan, bahwa: $\rho = \frac{RA}{L}$? Tulis kesimpulan

anda dengan jenis penghantar yang berbeda dalam buku laporan ! Cocokkan dengan informasi di atas mengenai hambatan jenis penghantar ! Paling cocok yang mana ? Tulis penjelasan anda dalam buku laporan !

- d. Apakah ada hubungan antara hambatan jenis penghantar dengan harga hambatan, panjang penghantar, dan luas penampang penghantar ? Jika ada, hubungannya dalam persamaan seperti apa ? Tulis dalam buku laporan anda !
- e. Apakah ada hubungan antara harga hambatan dengan panjang penghantar dan luas penampang penghantar dari berbagai jenis penghantar ? Jika ada, hubungannya seperti apa ? Tulis dalam buku laporan anda !
- f. Tulis kesimpulan umum yang anda peroleh dari percobaan dan tulis pula aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari !
- g. Diskusikan dengan teman-teman anda. Apakah manfaat diciptakan-Nya berbagai jenis benda dengan hambatan jenis yang berbeda-beda ? Maha besar Allah yang telah menciptakan benda-benda dengan hambatan jenis yang berbeda-beda.

CATATAN.

Untuk berbagai jenis hambatan, misalnya: besi dan tembaga, berlaku hubungan:

- a. harga hambatan penghantar berbanding lurus dengan panjang penghantar.
- b. harga hambatan penghantar berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar.
- c. jadi, $R = \frac{\rho L}{A}$.
- d. Percobaan ini agak sulit, karena untuk mengukur harga hambatan batang besi atau batang tembaga yang tersedia harus menggunakan ohmmeter yang baik, dalam arti ohmmeter harus dapat digunakan untuk mengukur hambatan sekitar 1 sampai 2 Ohm.

PERCOBAAN 27: HUBUNGAN HAMBATAN

1. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat:

- (1) menentukan harga hambatan pengganti seri (R_s) dari beberapa hambatan yang dihubungkan secara seri melalui percobaan.
- (2) menentukan harga hambatan pengganti paralel (R_p) dari beberapa hambatan yang dihubungkan secara paralel melalui percobaan.
- (3) menentukan harga hambatan pengganti dari beberapa hambatan yang disusun secara seri dan paralel melalui percobaan.
- (4) mengaplikasikan kesimpulan yang diperoleh dari percobaan dalam kehidupan sehari-hari.

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat: hati-hati, teliti, objektif (jujur), dan kreatif dalam melakukan percobaan; terutama dalam menggunakan ohmmeter untuk mengukur harga hambatan dan membaca harga hambatan dengan kode warna.

c. Ranah Psikomotor

Peserta didik diharapkan dapat terampil dalam melakukan percobaan; terutama dalam menggunakan ohmmeter untuk mengukur harga hambatan dan membaca harga hambatan dengan kode warna.

d. Ranah Iman dan Taqwa

Peserta didik diharapkan dapat menyadari, bahwa hubungan antar manusia itu dapat menghasilkan hal-hal yang positif, tetapi juga dapat menghasilkan hal-hal yang negatif, seperti halnya hubungan hambatan.

2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

- Ohmmeter untuk mengukur harga hambatan.
- Beberapa hambatan elektronik dengan berbagai harga hambatan.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

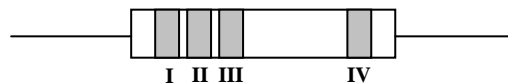
- Siapkan beberapa hambatan elektronik.

CATATAN.

Tabel Kode Warna Hambatan.

Kode Warna	Arti Angka	Arti Kelipatan
Hitam	0	$1 \times$
Coklat	1	$10 \times$
Merah	2	$10^2 \times$
Oranye	3	$10^3 \times$
Kuning	4	$10^4 \times$
Hijau	5	$10^5 \times$
Biru	6	$10^6 \times$
Ungu	7	$10^7 \times$
Kelabu	8	$10^8 \times$
Putih	9	$10^9 \times$

Contoh Pemakaian.

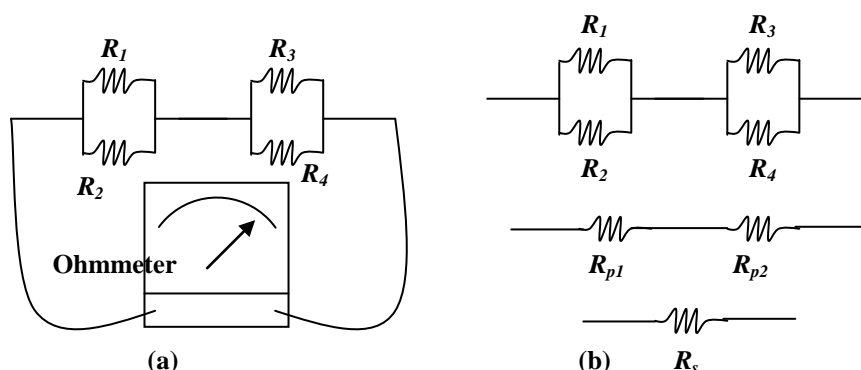


Gambar 20: Hambatan dengan Kode Warna

Ada sebuah hambatan dengan kode warna berikut: I = warna merah = 2; II = warna merah = 2; III = warna oranye, yang diartikan sebagai 10^3 , dan IV = emas, yang diartikan sebagai angka toleransi = 5 %. Dengan kode warna hambatan ini, maka harga hambatannya adalah: $22 \times 10^3 \text{ ohm}$ atau $R = 22 \text{ k}\Omega$ dengan toleransi 5 %, sehingga dapat diartikan harga hambatan tersebut adalah: $21\,900 \text{ ohm} \leq R \leq 23\,100 \text{ ohm}$. Rata-ratanya kira-kira: $R = 22 \text{ k}\Omega$.

- Ambil empat buah hambatan dengan harga hambatan 100 ohm. Ukurlah dengan ohmmeter harga masing-masing hambatan, misalnya diperoleh: $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 100 \Omega$, $R_3 = 100 \Omega$, dan $R_4 = 100 \Omega$.

- c. Ambil dua buah, susun seri, ukur harga hambatannya, misalnya diperoleh $R_{s1} = \dots \Omega$. Ambil tiga buah, susun seri, ukur harga hambatannya, misalnya diperoleh $R_{s2} = \dots \Omega$. Ambil empat buah, susun seri, ukur harga hambatannya, misalnya diperoleh $R_{s3} = \dots \Omega$.
- d. Hitunglah harga hambatan pengganti seri R_{s1} , R_{s2} , dan R_{s3} dengan menggunakan persamaan $R_{s1} = R_1 + R_2$, $R_{s2} = R_1 + R_2 + R_3$, dan $R_{s3} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$! Cocokkan hasil pengukuran dengan hasil perhitungan anda ! Apakah sama persis, hampir sama, atau melenceng jauh ? Jika hasilnya melenceng jauh, ulangi percobaan anda !
- e. Dari langkah percobaan b sampai d, apakah kesimpulan yang dapat anda peroleh ? Apakah $R_s = R_1 + R_2 + \dots + R_n$? Dengan demikian, anda telah memperoleh harga hambatan pengganti seri (R_s). Tulislah kesimpulan, penjelasan, dan aplikasi dari kesimpulan yang anda peroleh dalam buku laporan anda !
- f. Ambil empat buah hambatan dengan harga hambatan 100 ohm. Ukurlah dengan ohmmeter harga masing-masing hambatan, misalnya diperoleh: $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 100 \Omega$, $R_3 = 100 \Omega$, dan $R_4 = 100 \Omega$.
- g. Ambil dua buah, susun paralel, ukur harga hambatannya, misalnya diperoleh $R_{p1} = \dots \Omega$. Ambil tiga buah, susun paralel, ukur harga hambatannya, misalnya diperoleh $R_{p2} = \dots \Omega$. Ambil empat buah, susun paralel, ukur harga hambatannya, misalnya diperoleh $R_{p3} = \dots \Omega$.
- h. Hitunglah harga hambatan pengganti paralel R_{p1} , R_{p2} , dan R_{p3} dengan menggunakan persamaan: $1/R_{p1} = 1/R_1 + 1/R_2$, $1/R_{p2} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$, dan $1/R_{p3} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4$. Cocokkan hasil pengukuran anda dengan hasil perhitungan anda ! Apakah hasilnya sama persis, hampir sama, atau melenceng jauh ? Jika melenceng jauh, ulangi percobaan anda !
- i. Dari langkah percobaan f sampai h, apakah kesimpulan yang dapat anda peroleh ? Apakah $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$? Dengan demikian, anda telah memperoleh harga hambatan pengganti paralel (R_p). Tulislah kesimpulan, penjelasan, dan aplikasi dari kesimpulan yang anda peroleh dalam buku laporan anda !
- j. Ambil empat buah hambatan dengan harga hambatan 100 ohm. Ukurlah dengan ohmmeter harga masing-masing hambatan, misalnya diperoleh: $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 100 \Omega$, $R_3 = 100 \Omega$, dan $R_4 = 100 \Omega$.
- k. Ambil dua buah, susun paralel. Ambil dua buah lagi, susun paralel. Kemudian dua buah susunan paralel tersebut anda susun seri seperti gambar 21 berikut.

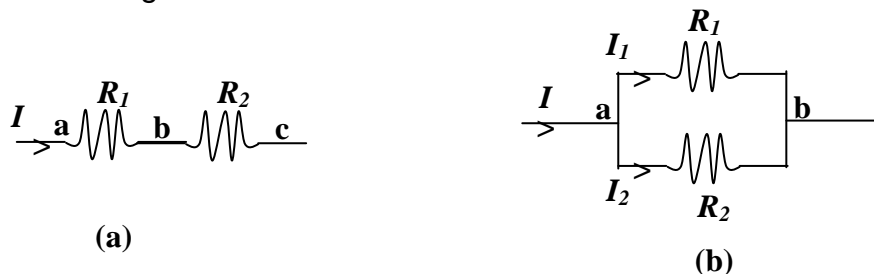


Gambar 21: Susunan Hambatan Paralel dan Seri

- l. Ukur harga hambatan pengganti susunan paralel dari hambatan R_1 dan R_2 , misalnya diperoleh: $R_{p1} = \dots$ ohm dan ukur harga hambatan pengganti susunan paralel dari hambatan R_3 dan R_4 , misalnya diperoleh: $R_{p2} = \dots$ ohm. Ukur hambatan total dengan ohmmeter (seperti gambar 21.a), misalnya diperoleh: $R_s = \dots$ ohm. Ini berarti anda telah mengukur harga hambatan pengganti paralel dan seri. Cocokkan harga hambatan total dengan perhitungan (seperti gambar 21.b), yaitu: $1/R_{p1} = 1/R_1 + 1/R_2$, $1/R_{p2} = 1/R_3 + 1/R_4$, dan $R_s = R_{p1} + R_{p2}$ dengan hasil pengukuran (seperti gambar 21.a). Jika hasilnya persis sama atau hampir sama, kesimpulan apa yang dapat anda peroleh ? Jika hasilnya melenceng jauh, ulangi percobaan anda !
- m. Buatlah tabel rangkuman hasil-hasil percobaan dan perhitungan anda serta masukkan semua data yang anda peroleh dalam buku laporan anda ! Tulislah pula penjelasannya dalam buku laporan anda !
- n. Tulislah kesimpulan umum yang dapat anda peroleh dari percobaan, tulis pula penjelasannya, dan tulislah aplikasi kesimpulan umum dalam bukulaporan anda !
- o. Diskusikan dengan teman-teman anda, apakah manfaat hubungan hambatan bagi kehidupan manusia ? Jika manusia berhubungan dengan manusia lainnya, apakah ada efek yang ditimbulkan oleh hubungan sosial antar manusia tersebut ? Tulislah hasil diskusi anda ke dalam buku laporan anda !

CATATAN.

1. Perhatikan gambar 22.a dan 22.b berikut.



Gambar 22: Rangkaian Seri dan Rangkaian Paralel

- Pada gambar 22.a dua hambatan disusun seri, sehingga kuat arus (I) yang mengalir pada R_1 sama dengan kuat arus listrik yang mengalir pada R_2 . Jika harga R_1 berbeda dengan R_2 , maka beda potensial antara titik a dan b (V_{ab}) berbeda dengan beda potensial antara titik b dan c (V_{bc}). Beda potensial antara titik a dan c sama dengan jumlah aljabar beda potensial antara titik a dan b dan antara titik b dan c, sehingga: $V_{ac} = V_{ab} + V_{bc}$. Ini berarti, $I R_s = I R_1 + I R_2$. Dengan demikian, diperoleh: $R_s = R_1 + R_2$ dan R_s adalah harga hambatan pengganti seri.
2. Pada gambar 22.b dua hambatan disusun paralel, sehingga beda potensial antara titik a dan b sama, yaitu: $V_{ab} = I_1 R_1 = I_2 R_2$. Kuat arus listrik yang menuju titik cabang a sama dengan kuat arus yang meninggalkan titik cabang a; demikian pula di titik cabang b; sehingga diperoleh: $I = I_1 + I_2$, dan $V_{ab}/R_p =$

$V_{ab}/R_1 + V_{ab}/R_2$. Dengan demikian, diperoleh: $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$. Dengan $R_p =$ harga hambatan pengganti paralel.

PERCOBAAN 28: HUKUM OHM

1. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat:

- (1) menemukan hubungan antara harga hambatan (R) dengan kuat arus listrik yang mengalir padanya (I) dan beda potensial antara ujung-ujung hambatan (V).
- (2) mengaplikasikan kesimpulan yang diperoleh dari percobaan ke dalam kehidupan sehari-hari.

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat: hati-hati, teliti, objektif (jujur), dan kreatif dalam melakukan percobaan; terutama dalam menggunakan amperemeter untuk mengukur kuat arus listrik, voltmeter untuk mengukur beda potensial antara dua titik, dan dalam menggunakan ohmmeter untuk mengukur harga hambatan listrik.

c. Ranah Psikomotor

Peserta didik diharapkan dapat terampil dalam melakukan percobaan; terutama dalam menggunakan amperemeter untuk mengukur kuat arus listrik, voltmeter untuk mengukur beda potensial antara dua titik, dan dalam menggunakan ohmmeter untuk mengukur harga hambatan listrik.

d. Ranah Iman dan Taqwa

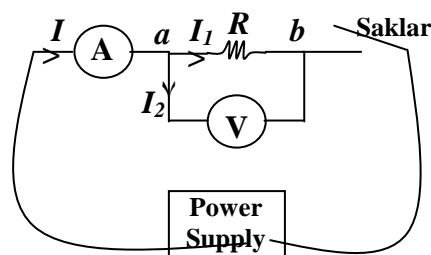
Peserta didik diharapkan dapat mengagumi dan menghormati ilmuwan-ilmuwan yang telah meletakkan dasar-dasar ilmu fisika dari zaman dahulu sampai zaman sekarang.

2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

- a. Ohmmeter, amperemeter, dan voltmeter.
- b. Power supply, saklar, papan rangkaian, dan beberapa hambatan elektronik.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- a. Pilihlah sebuah hambatan elektronis dengan harga hambatan, misalnya: 100 Ω , 220 Ω , 470 Ω , 1 k Ω , 10 k Ω , atau 100 k Ω (jika ada). Ukurlah harga hambatan dengan ohmmeter, misalnya: $R = \dots$ ohm (Ω) = \dots k Ω .
- b. Rangkailah alat dan bahan percobaan seperti gambar 23 berikut pada papan rangkaian.



Gambar 23: Percobaan Hukum Ohm

- c. Hidupkan power supply (PS), atur regulator (pengatur) power supply pada posisi dc dan posisi nol. Kemudian atur posisi saklar pada posisi on. Apakah ada kebocoran arus dan tegangan ? Berapa mA arus bocornya dan berapa mV tegangan bocornya yang terbaca pada ampermeter dan voltmeter ? Catat baik-baik kebocoran ini dalam buku laporan anda ! Apakah guna arus bocor dan tegangan bocor dalam percobaan ini ?
- d. Atur posisi regulator power supply pada angka 3, berarti power supply menghasilkan tegangan 3 volt dc. **Awas batas ukur ampermeter dan voltmeter harus anda cermati, jangan sampai terlalu kecil, sehingga penunjukan skala melebihi batas ukurnya dan jangan terlalu besar, sehingga penunjukan skala tidak terbaca.** Baca skala ampermeter dan voltmeter, misalnya diperoleh: $I_1 = \dots \text{ mA} = \dots \text{ A}$ dan $V_1 = \dots \text{ volt}$. Buat tabel hasil pengukuran dan masukkan data ke dalam tabel.
- e. Atur posisi regulator power supply pada angka 6, amati penunjukan skala ampermeter dan voltmeter, misalnya diperoleh: $I_2 = \dots \text{ mA} = \dots \text{ A}$ dan $V_2 = \dots \text{ volt}$. Atur posisi regulator power supply pada angka 9, amati penunjukan skala ampermeter dan voltmeter, misalnya diperoleh: $I_3 = \dots \text{ mA} = \dots \text{ A}$ dan $V_3 = \dots \text{ volt}$. Atur posisi regulator power supply pada angka 12, amati penunjukan skala ampermeter dan voltmeter, misalnya diperoleh: $I_4 = \dots \text{ mA} = \dots \text{ A}$ dan $V_4 = \dots \text{ volt}$. Masukkan data pada tabel hasil pengukuran !
- f. Hitung harga: (V_1 / I_1) , (V_2 / I_2) , (V_3 / I_3) , dan (V_4 / I_4) . Apakah harganya tetap ? Jika tetap, harganya sama dengan berapa ? Apakah harganya persis sama atau hampir sama dengan harga hambatan yang anda gunakan untuk percobaan ? Jika hampir sama atau persis sama, kesimpulan apa yang dapat anda peroleh ? Masukkan data pada tabel hasil pengukuran ! Tulislah kesimpulan yang anda peroleh dalam buku laporan anda !
- g. Dari hasil langkah percobaan d sampai e, buatlah grafik V sebagai ordinat dan I sebagai absisnya ke dalam kertas grafik yang telah anda sediakan. Apakah grafik berupa garis lurus miring atau garis lurus mendatar. Jika berupa garis lurus mendatar, ulangi percobaan anda ! Jika berupa garis lurus miring, apa maknanya ? Hitunglah harga $\tan \alpha$ – nya ! Berapakah harganya ? Apakah mendekati harga hambatan yang anda gunakan untuk percobaan ? Kesimpulan apakah yang dapat anda peroleh ?
- h. Cocokkan harga $\tan \alpha$ dengan harga V/I dan dengan harga hambatan R yang anda gunakan dalam percobaan. Jika ketiganya mempunyai harga yang sama atau hampir sama, apakah dapat anda simpulkan, bahwa: $\tan \alpha = \frac{V}{I} = R$.
Jika dapat, kesimpulan umum apakah yang dapat anda peroleh dari percobaan ? Tulislah kesimpulan, penjelasan, dan aplikasi dari kesimpulan yang anda peroleh dalam kehidupan sehari-hari ke dalam buku laporan anda !
- i. Diskusikan dengan teman-teman anda, apakah manfaat hukum Ohm bagi manusia ? Apakah tuan Ohm berjasa bagi kita ? Apa sebabnya kita sebaiknya menghormati beliau ? Tulislah hasil diskusi anda ke dalam buku laporan anda !

PERCOBAAN 29:

HUKUM KIRCHHOFF TENTANG ARUS DAN TEGANGAN

1. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat:

- (1) menemukan hubungan antara jumlah kuat arus listrik yang menuju suatu cabang rangkaian dengan jumlah kuat arus listrik yang meninggalkan suatu cabang rangkaian ($\Sigma I = 0$) dalam rangkaian tertutup melalui percobaan.
- (2) menemukan hubungan antara jumlah aljabar daya elektro motoris (dem) atau gaya gerak listrik (ggl) dalam suatu rangkaian tertutup dengan hasil kali antara hambatan (R) dan kuat arus listrik (I) yang mengalir pada hambatan dalam suatu rangkaian tertutup ($\Sigma \varepsilon = \Sigma IR$) melalui percobaan.
- (3) Mengaplikasikan kesimpulan yang diperoleh dari percobaan ke dalam kehidupan sehari-hari.

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat: teliti, hati-hati, objektif (jujur), dan kreatif dalam melaksanakan percobaan, terutama dalam menggunakan amperemeter untuk mengukur kuat arus listrik, voltmeter untuk mengukur beda potensial listrik, ohmmeter untuk mengukur harga hambatan listrik, dan dalam merangkai rangkaian di dalam papan rangkaian.

c. Ranah Psikomotor

Peserta didik diharapkan dapat terampil dalam melaksanakan percobaan, terutama dalam menggunakan amperemeter untuk mengukur kuat arus listrik, voltmeter untuk mengukur beda potensial listrik, ohmmeter untuk mengukur harga hambatan listrik, dan dalam merangkai rangkaian di dalam papan rangkaian.

d. Ranah Iman dan Taqwa

Peserta didik diharapkan dapat menyadari dan mengagumi manfaat rangkaian listrik dalam kehidupan sehari-hari yang akhirnya dapat mengagumi kekuasaan Allah yang telah merangkai benda-benda di alam semesta ini.

2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

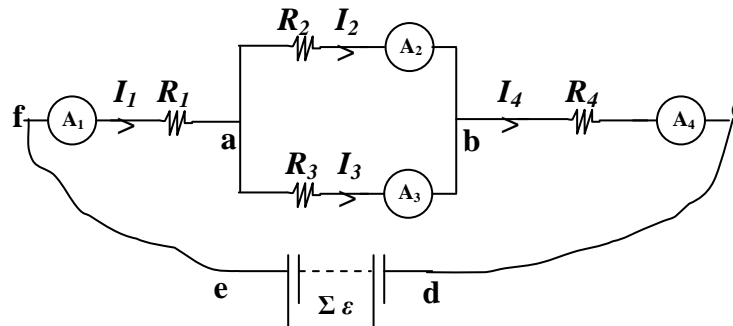
- a. Ohmmeter untuk mengukur harga hambatan, amperemeter untuk mengukur kuat arus listrik, dan voltmeter untuk mengukur beda potensial antara dua titik.
- b. Beberapa hambatan elektronik, saklar, papan rangkaian, power supply (PS), dan kabel penghubung.

CATATAN.

1. Perhatikan gambar 24 berikut. Kuat arus listrik yang menuju ke titik cabang rangkaian (titik a) adalah I_1 dan terpecah menjadi dua, yaitu: I_2 yang mengalir melalui hambatan R_2 dan I_3 yang mengalir melalui hambatan R_3 , sehingga $V_{ab} = I_2 R_2 = I_3 R_3$. Kuat arus listrik I_1 diukur dengan amperemeter A_1 , kuat arus listrik I_2 diukur dengan amperemeter A_2 , dan kuat arus listrik I_3 diukur dengan amperemeter A_3 .

Demikian pula, kuat arus listrik yang menuju titik cabang b adalah I_2 dan I_3 yang menjadi satu, yaitu kuat arus listrik I_4 yang diukur dengan amperemeter A_4 . Dengan struktur rangkaian seperti gambar 24, diharapkan diperoleh: $I_1 =$

$I_2 + I_3 = I_4$ yang dapat dinyatakan, bahwa: $\Sigma I = 0$ yang terkenal dengan sebutan hukum Kirchhoff tentang arus.



Gambar 24: Hukum Kirchhof tentang Arus dan Tegangan

2. Dalam rangkaian tertutup defabcd yang melalui hambatan R_3 berlaku persamaan: $V_{ed} = V_{fa} + V_{ab} + V_{bc}$ atau $\Sigma \mathcal{E} = I_1 R_1 + I_3 R_3 + I_4 R_4 = \Sigma I R$. Demikian pula dalam rangkaian tertutup defabcd yang melalui hambatan R_2 berlaku persamaan: $V_{ed} = V_{fa} + V_{ab} + V_{bc}$ atau $\Sigma \mathcal{E} = I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_4 R_4 = \Sigma I R$. Dengan demikian, dalam rangkaian tertutup berlaku persamaan: $\Sigma \mathcal{E} = \Sigma I R$ yang terkenal dengan sebutan hukum Kirchhoff tentang tegangan.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- a. Siapkan alat dan bahan percobaan dan rangkailah seperti gambar 24. Ukurlah I_1 , I_2 , I_3 , dan I_4 dengan amperemeter. Buatlah tabel hasil percobaan dan masukkan data ke dalam tabel. Apakah benar $I_1 = I_4$? Apakah benar bahwa: $I_1 = I_2 + I_3$ dan $I_4 = I_2 + I_3$? Jika benar sesuai dengan hasil percobaan anda, kesimpulan apakah yang anda peroleh? Apakah $\Sigma I = 0$? Tulislah kesimpulan, penjelasan, dan aplikasi kesimpulan dalam kehidupan sehari-hari pada buku laporan anda!
- b. Siapkan alat dan bahan percobaan dan rangkailah seperti gambar 24. Ukurlah beda potensial V_{ed} , V_{fa} , V_{ab} , dan V_{bc} dengan voltmeter. Apakah harga $V_{ed} = V_{fa} + V_{ab} + V_{bc}$? Dengan menggunakan harga I_1 untuk menghitung V_{fa} , harga I_3 untuk menghitung V_{ab} , dan menggunakan harga I_4 untuk menghitung V_{bc} , apakah anda dapat menyimpulkan bahwa $V_{ed} = V_{fa} + V_{ab} + V_{bc}$? Jika demikian, kesimpulan apakah yang anda peroleh? Tulislah kesimpulan, penjelasan, dan aplikasi kesimpulan dalam kehidupan sehari-hari pada buku laporan anda!
- c. Ulangi langkah percobaan b dengan mengganti $V_{ab} = I_2 R_2$. Apakah anda dapat menyimpulkan bahwa $V_{ed} = V_{fa} + V_{ab} + V_{bc}$? Jika demikian, kesimpulan apakah yang anda peroleh? Tulislah kesimpulan, penjelasan, dan aplikasi kesimpulan dalam kehidupan sehari-hari pada buku laporan anda!
- d. Tulislah kesimpulan umum yang anda peroleh dari percobaan!
- e. Diskusikan dengan teman-teman anda, apakah manfaat rangkaian listrik dalam kehidupan manusia? Jika rangkaian listrik bentuknya besar seperti yang anda rangkai, segede apa rangkaian komputer yang ada sekarang ini? Apakah kegunaan chip dalam kehidupan manusia? Alam semesta ini adalah rangkaian yang sangat akurat dan bermakna bagi kehidupan manusia. Apakah keakuratan rangkaian ini tidak bertujuan atau mempunyai tujuan yang

sangat besar ? Maha besar Allah yang telah merangkai alam semesta ini. Tulislah hasil diskusi anda ke dalam buku laporan anda !

PERCOBAAN 30: DAYA LISTRIK

1. TUJUAN PERCOBAAN

a. Ranah Kognitif

Peserta didik diharapkan dapat:

- (1) menemukan hubungan antara daya listrik (P) dengan kuat arus listrik (I) dan beda potensial listrik (V) melalui percobaan.
- (2) menemukan, bahwa daya yang tertulis pada spesifikasi lampu itu tidak sama dengan daya listrik yang terpasang pada lampu.
- (3) mengaplikasikan kesimpulan yang diperoleh dari percobaan ke dalam kehidupan sehari-hari.

b. Ranah Afektif

Peserta didik diharapkan dapat: teliti, hati-hati, objektif (jujur), dan kreatif dalam melakukan percobaan, terutama dalam menggunakan voltmeter untuk mengukur beda potensial pada lampu, amperemeter untuk mengukur kuat arus listrik yang mengalir pada lampu, ohmmeter untuk mengukur harga hambatan lampu, dan dalam merangkai alat percobaan pada papan rangkaian.

c. Ranah Psikomotor

Peserta didik diharapkan dapat terampil dalam melakukan percobaan, terutama dalam menggunakan voltmeter untuk mengukur beda potensial pada lampu, amperemeter untuk mengukur kuat arus listrik yang mengalir pada lampu, ohmmeter untuk mengukur harga hambatan lampu, dan dalam merangkai alat percobaan pada papan rangkaian.

d. Ranah Iman dan Taqwa

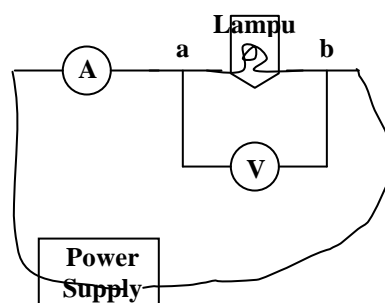
Peserta didik diharapkan dapat menyadari, bahwa Allah itu maha kuasa dalam mengatur energi alam semesta, sehingga tercapai kesetimbangan energi yang bermanfaat bagi kehidupan manusia.

2. ALAT DAN BAHAN PERCOBAAN

- a. Voltmeter untuk mengukur beda potensial antara dua titik dalam rangkaian listrik, amperemeter untuk mengukur kuat arus listrik yang mengalir pada rangkaian, dan ohmmeter untuk mengukur harga hambatan listrik suatu lampu.
- b. Papan rangkaian, lampu batere atau “sentolop”, dan kabel penghubung.

3. LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD)

- a. Rangkailah alat dan bahan percobaan seperti gambar 25 berikut.



Gambar 25: Percobaan Daya Listrik

- b. Pasang lampu batere yang berukuran besar pada rangkaian gambar 25. Hidupkan power supply (PS). Atur regulator power supply pada angka nol dan pada keluaran dc. Amati baik-baik voltmeter dan ampermeter, apakah ada kebocoran arus dan tegangan ? Jika ada, berapa mA kebocoran arusnya dan berapa mV kebocoran tegangannya ? Catat dalam buku laporan anda ! Apakah gunanya anda mengetahui arus bocor dan tegangan bocor ini ?
- c. Atur regulator power supply pada angka 3, berarti power supply menghasilkan tegangan 3 volt dc. Amati baik-baik, apakah lampu sudah menyala ? Ukur kuat arus listrik dengan ampermeter, misalnya diperoleh: $I_1 = \dots \text{ mA} = \dots \text{ A}$. Ukur beda potensial antara titik a dan b, misalnya: $V_1 = \dots \text{ mV} = \dots \text{ V}$. Hitung hasil kali antara V_1 dan I_1 . Besaran apakah hasil kali antara beda potensial dan kuat arus listrik ini ? Tulis dalam tabel hasil percobaan !
- d. Atur regulator power supply pada angka 6, berarti power supply menghasilkan tegangan 6 volt dc. Apakah lampu sudah menyala ? Ukur kuat arus listrik dengan ampermeter, misalnya diperoleh: $I_2 = \dots \text{ mA} = \dots \text{ A}$. Ukur beda potensial antara titik a dan b, misalnya: $V_2 = \dots \text{ mV} = \dots \text{ V}$. Hitung hasil kali antara V_2 dan I_2 . Besaran apakah hasil kali antara beda potensial dan kuat arus listrik ini ? Tulis dalam tabel hasil percobaan !
- e. Atur regulator power supply pada angka 9, berarti power supply menghasilkan tegangan 9 volt dc. Apakah lampu sudah menyala ? Ukur kuat arus listrik dengan ampermeter, misalnya diperoleh: $I_3 = \dots \text{ mA} = \dots \text{ A}$. Ukur beda potensial antara titik a dan b, misalnya: $V_3 = \dots \text{ mV} = \dots \text{ V}$. Hitung hasil kali antara V_3 dan I_3 . Besaran apakah hasil kali antara beda potensial dan kuat arus listrik ini ? Tulis dalam tabel hasil percobaan !
- f. Atur regulator power supply pada angka 12, berarti power supply menghasilkan tegangan 12 volt dc. Apakah lampu sudah putus dan tidak menyala ? Jika lampu belum putus, ukurlah kuat arus listrik dengan ampermeter, misalnya diperoleh: $I_4 = \dots \text{ mA} = \dots \text{ A}$. Ukur beda potensial antara titik a dan b, misalnya: $V_4 = \dots \text{ mV} = \dots \text{ V}$. Hitung hasil kali antara V_4 dan I_4 . Besaran apakah hasil kali antara beda potensial dan kuat arus listrik ini ? Tulis dalam tabel hasil percobaan !
- g. Dari data hasil percobaan pada langkah c sampai f buatlah grafik V vs I dengan V sebagai ordinatnya dan I sebagai absisnya ! Apakah bentuk grafik berupa garis lurus mendatar ? Apa maknanya ? Tulis kesimpulan anda dalam buku laporan ! Jika bentuk grafik berupa garis lurus miring, apa maknanya ? Tulis kesimpulan anda dalam buku laporan !
- h. Ganti lampu dengan lampu batere yang kecil. Ulangi langkah percobaan c sampai g ! Kesimpulan apakah yang dapat anda peroleh ? Tulis kesimpulan anda dalam buku laporan !
- i. Tulislah kesimpulan umum yang anda peroleh dari percobaan ini, tulis penjelasannya dan tulis pula aplikasi dari kesimpulan umum yang anda peroleh dalam kehidupan sehari-hari !
- j. Matikan power supply dan ambil lampu ukuran besar maupun yang berukuran kecil ! Ukurlah harga hambatan lampu betere dengan ukuran besar dan ukuran yang kecil dengan ohmmeter, misalnya diperoleh: $R_1 = \dots \text{ ohm}$ dan $R_2 = \dots \text{ ohm}$. Gunakan harga beda potensial listrik V dari hasil percobaan pada langkah c sampai f untuk menghitung V^2 ; sehingga diperoleh: V_1^2 , V_2^2 ,

V_3^2 , dan V_4^2 . Gambarlah grafik V^2 vs R dengan V^2 sebagai ordinat dan R sebagai absis untuk lampu batere dengan ukuran besar dan ukuran kecil. Apakah bentuk kedua grafik itu garis lurus mendatar atau garis lurus miring ? Jika anda peroleh garis lurus mendatar, apa maknanya ? Jika anda peroleh

garis lurus miring, hitunglah $\tan \alpha$ – nya. Ini berarti $\tan \alpha = \frac{V^2}{R}$. Besaran apakah

$\tan \alpha$ itu ? Tulislah kesimpulan anda, penjelasannya, dan aplikasi dari kesimpulan yang anda peroleh ke dalam kehidupan sehari-hari ! Apakah daya yang dihasilkan oleh lampu ukuran besar dan ukuran kecil sesuai dengan spesifikasi lampu ? Diskusikan dengan teman-teman anda masalah ini !

- k. Diskusikan dengan teman-teman anda, dari mana asalnya energi dan daya lampu itu ? Apakah manfaat energi dan daya lampu bagi manusia ? Dari manakah energi dan daya rotasi dan revolusi bumi atau alam semesta ini ? Bagaimanakah cara mengaturnya, sehingga bermanfaat bagi kehidupan manusia ? Tulislah hasil diskusi anda ke dalam buku laporan anda !

Selamat bekerja, semoga sukses.

Apabila buku ini yang berisi penuntun penggunaan pendekatan generik dan metode IQRA' serta berisi penuntun praktikum atau lembar kegiatan peserta didik (LKPD) pembelajaran fisika di sekolah **digunakan di sekolah**, maka harus diubah tujuan dan lembar kegiatannya. Mengapa demikian ? Karena tujuan dan lembar kegiatan peserta didik bergantung pada tingkat perkembangan mental, tingkat pemahaman, dan tingkat intelektual murid. Tegasnya, **lembar kegiatan peserta didik harus disederhanakan**, dengan harapan murid-murid dapat memahami dan mencerna tugas-tugas yang diberikan dan dapat melaksanakannya dengan mudah.

Buku ini, jika digunakan oleh guru atau mahasiswa, maka dalam proses membedakan antara hasil eksperimen dan hasil perhitungan atau hasil kajian teoritis dapat dilakukan dengan menggunakan uji beda. Uji beda dapat dilaksanakan dengan uji t atau t-test. Jika dengan uji t ada beda signifikan, maka antara hasil eksperimen dengan hasil perhitungan (teoritis) ada beda nyata dan signifikan; sehingga hasil eksperimen harus diulang. Ini berarti, eksperimen atau percobaan harus diulang lagi.

Buku ini belum sempurna. Oleh sebab itu, kritik dan saran pemakai buku sangat saya harapkan. Terutama pada penulisan tujuan dan langkah-langkah kegiatan yang dirasakan ruwet dan menjemukan.

Akhirnya, dengan kerendahan hati, saya ucapkan banyak terima kasih pada mahasiswa jurusan pendidikan fisika kelas A, C, D, dan K semester IV tahun akademik 2010 / 2011 yang telah mencoba menggunakan buku ini dalam kegiatan praktikum yang menggunakan model pembelajaran latihan penelitian atau latihan menemukan, pendekatan generik, dan metode IQRA'. Mudah-mudahan pengalaman belajar anda dapat bermanfaat pada saat anda menjadi guru fisika di sekolah dan atau madrasah. Harapan saya, buku kecil ini dapat menjadi inspirasi dalam penulisan dan pelaksanaan penelitian mahasiswa yang berwujud kolokium. Allohumma aaamiin.

Dalam kesempatan ini, sekali lagi, saya ucapkan banyak terima kasih kepada istri tercinta dan kedua anakku tersayang yang telah memberi kesempatan yang banyak kepada saya. Mudah-mudahan amal kebajikan kita diterima di sisi Alloh SWT dan segala dosa-dosa kita diampuni-Nya. Allohumma aaamiin.

Semoga Alloh SWT selalu memberikan kebebasan dan kesempatan kepada saya untuk berkarya. Akhirnya semoga buku kecil ini bermanfaat bagi pendidikan dan pendidikan fisika pada khususnya. Allohumma aaamiin.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ahmad Abu Hamid, (a), 1992, *Lembar Kegiatan Siswa dan Paket Belajar Fisika: Optika dan Listrik Dinamis*, Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA IKIP Yogyakarta.
2. Ahmad Abu Hamid, (b), 1990, *Penuntun Praktikum Termofisika*, Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA IKIP Yogyakarta.
3. Ahmad Abu Hamid, (c), 2004, *Kajian Fisika Sekolah*, Diktat Kuliah, Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY.

4. Ahmad Abu Hamid, (d), 2008, *Penyusunan RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran)*, Materi Tutorial PLPG, Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY.
5. Bambang Subali, 2004, *Authentic Assessment dan Program Remedial*, Yogyakarta: FMIPA UNY.
6. Joyce Bruce, Marsha Weil, dan Emily Calhoun, 2009, *Models of Teaching (Model-Model Pengajaran)*, Edisi Kedelapan, Diterjemahkan oleh: Achmad Fawaid dan Ateila Mirza, Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
7. Mohamad Nur dkk., 1997, *Kumpulan Lembar Kegiatan Siswa: Fisika SMU Jilid 1, 2, dan 3*, Jakarta: Balai Pustaka.
8. Sears Francis Weston, 1950, *Mechanics, Heat, and Sound*, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
9. Sears Francis Weston and Mark W Zemansky, 1955, *Electricity and Magnetism*, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
10. Sears Francis Weston and Mark W Zemansky, 1955, *Optics and Atomic Physics*, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
11. Suharsimi Arikunto, 1993, *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*, Cetakan Kesembilan, Jakarta: Bumi Aksara.
12. Tim Pudak Scientific, 2003, *Panduan Contoh-Contoh Percobaan Fisika*, Bandung: Pudak Scientific.

AH.220711.RB