

# **PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM SAINS (FISIKA) UNTUK ANAK PENYANDANG KETUNAAN SERTA APLIKASINYA PADA PENDIDIKAN INKLUSIF**

Oleh: Dadan Rosana  
Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY Karangmalang Yogyakarta  
email: danrosana.uny@gmail.com

(Disampaikan dalam Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika, UNS, 13 September 2014)

## **ABSTRAK**

Dalam mengembangkan alat-alat praktikum yang dirancang khusus untuk kelas inklusif maka perlu diperhatikan karakteristik terpenting dari sekolah inklusi sebagai satu komunitas yang kohesif (menyatu dengan siswa normal lainnya), menerima dan responsive terhadap kebutuhan individual siswa. Permasalahan yang seringkali muncul dalam pembelajaran anak berkebutuhan khusus adalah pada saat mereka harus praktikum. Kondisi ini juga sangat terasa pada saat pembelajaran Fisika yang karakteristik ilmunya memang berlandaskan pada kemampuan eksperimen. Pengalaman belajar yang realistik (seperti eksperimen yang melibatkan kegiatan eksperimen dan demonstrasi) sangat diperlukan dalam pembelajaran Fisika. Padahal keterbatasan fisik karena tuna netra dan tuna rungu sangat mengganggu bagi siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu baik disekolah umum (pendidikan inklusif) maupun di sekolah khusus penyandang cacat. Namun kesiapan sistem pembelajaran yang dapat diakomodasi oleh penyandang cacat ternyata belum memadai. Hal ini terutama ketika siswa penyandang cacat akan mengikuti pengalaman belajar yang bersifat realistik, eksperimen Fisika misalnya. Belum ada model eksperimen Fisika yang dirancang khusus untuk melayani kebutuhan belajar anak penyandang tuna netra dan tuna rungu. Berdasarkan kenyataan itulah telah dikembangkan alat praktikum sains yang bersifat manual menggunakan indra peraba dan *Voice Equipment* (MFE) yang berbasis perubahan tegangan (potensial listrik) menjadi suara yang digunakan dalam praktikum fisika untuk anak penyandang tuna netra dan tuna rungu.

**Kata kunci:** Alat praktikum sains (fisika), kelas inklusif, penyandang ketunaan.

## **PENDAHULUAN**

Dalam Undang Undang Dasar 1945 pasal 31 ayat 1 dinyatakan bahwa setiap warganegara mempunyai kesempatan yang sama memperoleh pendidikan. Demikian pula dalam Undang Undang Sistem Pendidikan Nasional Nomor 20 Tahun 2003 bagian kesebelas pasal 32 dinyatakan tentang kewajiban pemerintah untuk menyelenggarakan Pendidikan Khusus, yaitu pendidikan bagi peserta didik yang memiliki tingkat kesulitan dalam mengikuti

proses pembelajaran karena kelainan fisik, emosional, mental, sosial, dan/atau memiliki potensi kecerdasan dan bakat istimewa. Hal ini menunjukkan bahwa anak berkelainan berhak pula memperoleh kesempatan yang sama dengan anak lainnya (anak normal) dalam pendidikan. Demikian pula dengan konvensi hak anak yang diratifikasi Indonesia sejak tahun 1990-an menyatakan bahwa pendidikan adalah hak setiap anak. Tetapi pada kenyataannya data dari Direktorat Pendidikan Luar Biasa, Depdiknas, menyatakan baru sekitar 48.000 dari 1,3 juta anak penyandang cacat usia sekolah di Indonesia yang dapat menikmati bangku pendidikan.

Perkembangan pendidikan luar biasa di Indonesia akhir-akhir ini memang mengalami perkembangan yang mengarah pada perubahan sistem yang telah ada, pendidikan untuk anak penyandang ketunaan tidak hanya dilakukan secara terpisah (*segregated*), melainkan juga secara terpadu (*integrated*) dengan pendidikan umum. Dengan demikian, anak penyandang cacat/ketunaan dapat belajar secara bersama-sama atau terpadu dengan anak normal lainnya pada jenjang pendidikan dasar maupun menengah. Model pendidikan semacam inilah yang dikenal dengan istilah pendidikan inklusi.



Gambar 1. Siswa penyandang tunanetra mempelajari LKS Fisika

Pendidikan inklusi merupakan perkembangan terkini dari model pendidikan bagi anak berkelainan yang secara formal kemudian ditegaskan dalam pernyataan Salamanca pada Konferensi Dunia tentang Pendidikan Berkelainan bulan Juni 1994 bahwa “prinsip mendasar dari pendidikan inklusif adalah: selama memungkinkan, semua anak seyogyanya belajar bersama-sama tanpa memandang kesulitan ataupun perbedaan yang mungkin ada pada mereka.”

Model pendidikan khusus tertua adalah model segregasi yang menempatkan anak berkelainan di sekolah-sekolah khusus, terpisah dari teman sebayanya. Sekolah-sekolah ini memiliki kurikulum, metode mengajar, sarana pembelajaran, system evaluasi, dan guru khusus. Dari segi pengelolaan, model segregasi memang menguntungkan, karena mudah bagi guru dan administrator. Namun demikian, dari sudut pandang peserta didik, model segregasi merugikan. Disebutkan oleh Reynolds dan Birch (1988), antara lain bahwa model segregatif

tidak menjamin kesempatan anak berkelainan mengembangkan potensi secara optimal, karena kurikulum dirancang berbeda dengan kurikulum sekolah biasa. Kecuali itu, secara filosofis model segregasi tidak logis, karena menyiapkan peserta didik untuk kelak dapat berintegrasi dengan masyarakat normal, tetapi mereka dipisahkan dengan masyarakat normal. Kelemahan lain yang tidak kalah penting adalah bahwa model segregatif relatif mahal. Model yang muncul pada pertengahan abad XX adalah model mainstreaming. Belajar dari berbagai kelemahan model segregatif, model mainstreaming memungkinkan berbagai alternatif penempatan pendidikan bagi anak berkelainan. Alternatif yang tersedia mulai dari yang sangat bebas (kelas biasa penuh) sampai yang paling terbatas (sekolah khusus sepanjang hari). Oleh karena itu, model ini juga dikenal dengan model yang paling tidak terbatas (the least restrictive environment), artinya seorang anak berkelainan harus ditempatkan pada lingkungan yang paling tidak terbatas menurut potensi dan jenis / tingkat kelainannya. Secara hirarkis, Deno (1970) mengemukakan alternatif sebagai berikut:

1. Kelas biasa penuh
2. Kelas biasa dengan tambahan bimbingan di dalam,
3. Kelas biasa dengan tambahan bimbingan di luar kelas,
4. Kelas khusus dengan kesempatan bergabung di kelas biasa,
5. Kelas khusus penuh,
6. Sekolah khusus, dan
7. Sekolah khusus berasrama.

Penerapan pendidikan inklusif mempunyai landasan filosofis, yuridis, pedagogis dan empiris yang kuat.

## **1. Landasan Filosofis**

Landasan filosofis utama penerapan pendidikan inklusif di Indonesia adalah Pancasila yang merupakan lima pilar sekaligus cita-cita yang didirikan atas fondasi yang lebih mendasar lagi, yang disebut Bhineka Tunggal Ika (Mulyono Abdulrahman, 2003). Filsafat ini sebagai wujud pengakuan kebinekaan manusia, baik kebinekaan vertical maupun horizontal, yang mengemban misi tunggal sebagai umat Tuhan di bumi. Kebinekaan vertical ditandai dengan perbedaan kecerdasan, kekuatan fisik, kemampuan finansial, kepangkatan, kemampuan pengendalian diri, dan sebagainya. Sedangkan kebinekaan horizontal diwarnai dengan perbedaan suku bangsa, ras, bahasa, budaya,

agama, tempat tinggal, daerah, afiliasi politik, dsb. Karena berbagai keberagaman namun dengan kesamaan misi yang diemban di bumi ini, misi, menjadi kewajiban untuk membangun kebersamaan dan interaksi dilandasi dengan saling membutuhkan. Bertolak dari filosofi Bhineka Tunggal Ika, kelainan (kecacatan) dan keberbakatan hanyalah satu bentuk kebhinekaan seperti halnya perbedaan suku, ras, bahasa budaya, atau agama. Di dalam diri individu berkelainan pastilah dapat ditemukan keunggulan-keunggulan tertentu, sebaliknya di dalam diri individu berbakat pasti terdapat juga kecacatan tertentu, karena tidak hanya makhluk di bumi ini yang diciptakan sempurna. Kecacatan dan keunggulan tidak memisahkan peserta didik satu dengan lainnya, seperti halnya perbedaan suku, bahasa, budaya, atau agama. Hal ini harus diwujudkan dalam system pendidikan. Sistem pendidikan harus memungkinkan terjadinya pergaulan dan interaksi antar siswa yang beragam, sehingga mendorong sikap silih asah, silih asih, dan silih asuh dengan semangat toleransi seperti halnya yang dijumpai atau dicita-citakan dalam kehidupan sehari-hari.

## **2. Landasan Yuridis**

Landasan yuridis internasional penerapan pendidikan inklusif adalah Deklarasi Salamanca (UNESCO, 1994) oleh para menteri pendidikan se dunia. Deklarasi ini sebenarnya penegasan kembali atas Deklarasi PBB tentang HAM tahun 1948 dan berbagai deklarasi lanjutan yang berujung pada Peraturan Standar PBB tahun 1993 tentang kesempatan yang sama bagi individu berkelainan memperoleh pendidikan sebagai bagian integral dari system pendidikan ada. Deklarasi Salamanca menekankan bahwa selama memungkinkan, semua anak seyogyanya belajar bersama-sama tanpa memandang kesulitan ataupun perbedaan yang mungkin ada pada mereka. Sebagai bagian dari umat manusia yang mempunyai tata pergaulan internasional, Indonesia tidak dapat begitu saja mengabaikan deklarasi UNESCO tersebut di atas. Di Indonesia, penerapan pendidikan inklusif dijamin oleh Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional, yang dalam penjelasannya menyebutkan bahwa penyelenggaraan pendidikan untuk peserta didik berkelainan atau memiliki kecerdasan luar biasa diselenggarakan secara inklusif atau berupa sekolah khusus. Teknis penyelenggaraannya tentunya akan diatur dalam bentuk peraturan operasional.

## **3. Landasan pedagogis**

Pada pasal 3 Undang Undang Nomor 20 Tahun 2003, disebutkan bahwa tujuan pendidikan nasional adalah berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia

yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warganegara yang demokratis dan bertanggungjawab. Jadi, melalui pendidikan, peserta didik berkelainan dibentuk menjadi warganegara yang demokratis dan bertanggungjawab, yaitu individu yang mampu menghargai perbedaan dan berpartisipasi dalam masyarakat. Tujuan ini mustahil tercapai jika sejak awal mereka diisolasi dari teman sebayanya di sekolah-sekolah khusus. Betapapun kecilnya, mereka harus diberi kesempatan bersama teman sebayanya.

#### **4. Landasan empiris**

Penelitian tentang inklusi telah banyak dilakukan di negara-negara barat sejak 1980-an, namun penelitian yang berskala besar dipelopori oleh the National Academy of Sciences (Amerika Serikat). Hasilnya menunjukkan bahwa klasifikasi dan penempatan anak berkelainan di sekolah, kelas atau tempat khusus tidak efektif dan diskriminatif. Layanan ini merekomendasikan agar pendidikan khusus secara segregatif hanya diberikan terbatas berdasarkan hasil identifikasi yang tepat (Heller, Holtzman & Messick, 1982). Beberapa pakar bahkan mengemukakan bahwa sangat sulit untuk melakukan identifikasi dan penempatan anak berkelainan secara tepat, karena karakteristik mereka yang sangat heterogen (Baker, Wang, dan Walberg, 1994/1995). Beberapa peneliti kemudian melakukan metaanalisis (analisis lanjut) atas hasil banyak penelitian sejenis. Hasil analisis yang dilakukan oleh Carlberg dan Kavale (1980) terhadap 50 buah penelitian, Wang dan Baker (1985/1986) terhadap 11 buah penelitian, dan Baker (1994) terhadap 13 buah penelitian menunjukkan bahwa pendidikan inklusif berdampak positif, baik terhadap perkembangan akademik maupun sosial anak berkelainan dan teman sebayanya.

Meskipun dari aspek filosofis, yuridis, pedagogis dan empiris, pendidikan inklusif ini memiliki landasan yang kuat, namun pada tataran teknis pelaksanaannya di sekolah-sekolah masih sangat lemah. Kalau ditinjau lebih jauh mengenai kesiapan sistem pembelajaran yang dapat diakomodasi oleh penyandang cacat ternyata belum memadai. Hal ini terutama ketika siswa penyandang cacat akan mengikuti pengalaman belajar yang bersifat realistik, praktikum sains misalnya. Belum ada model praktikum sains yang dirancang khusus untuk melayani kebutuhan belajar anak penyandang ketunaan. Berdasarkan kenyataan itulah maka tujuan umum dari penelitian ini adalah mengembangkan model praktikum sains untuk anak penyandang ketunaan dengan pendekatan konstruktivis baik untuk sekolah umum yang menyelenggarakan pendidikan inklusif (terpadu) maupun yang khusus seperti di sekolah luar biasa.

## **PENGEMBANGAN PERANGKAT PRAKTIKUM UNTUK PENYANDANG KETUNAAAN UNTUK PEMBELAJARAN KELAS INKLUSIF**

Salah satu sasaran dari *Millenium Development Goals* (MDGs) adalah pendidikan dasar untuk semua kalangan, termasuk anak yang berkebutuhan khusus seperti penyandang cacat netra dan tunarungu. MDGs merupakan delapan tujuan pembangunan internasional yang telah disepakati oleh 192 negara anggota Perserikatan Bangsa-Bangsa dan sedikitnya 23 organisasi internasional. Landasan yuridis lainnya adalah penerapan pendidikan bagi anak berkebutuhan khusus adalah Deklarasi Salamanca (UNESCO, 1994) oleh para menteri pendidikan se dunia. Deklarasi ini sebenarnya penagasan kembali atas Deklarasi PBB tentang HAM tahun 1948 dan berbagai deklarasi lanjutan yang berujung pada Peraturan Standar PBB tahun 1993 tentang kesempatan yang sama bagi individu berkelainan memperoleh pendidikan sebagai bagian integral dari sistem pendidikan ada. Deklarasi Salamanca menekankan bahwa selama memungkinkan, semua anak seyogyanya belajar bersama-sama tanpa memandang kesulitan ataupun perbedaan yang mungkin ada pada mereka.

Permasalahan yang seringkali muncul dalam pembelajaran anak berkebutuhan khusus adalah pada saat mereka harus praktikum. Kondisi ini juga sangat terasa pada saat pembelajaran Fisika yang karakteristik ilmunya memang berlandaskan pada kemampuan eksperimen. Menurut Hungerford, Volk & Ramsey (1990:13-14) Fisika adalah (1) proses memperoleh informasi melalui metode empiris (*empirical method*); (2) informasi yang diperoleh melalui penyelidikan yang telah ditata secara logis dan sistematis; dan (3) suatu kombinasi proses berpikir kritis yang menghasilkan informasi yang dapat dipercaya dan valid. Berdasarkan tiga definisi tersebut, Hungerford, Volk & Ramsey (1990) menyatakan bahwa Fisika mengandung dua elemen utama, yaitu: proses dan produk yang saling mengisi dalam derap kemajuan dan perkembangan Fisika. Fisika sebagai suatu proses merupakan rangkaian kegiatan ilmiah atau hasil-hasil observasi terhadap fenomena alam untuk menghasilkan pengetahuan ilmiah (*scientific knowledge*) yang lazim disebut produk Fisika. Produk-produk Fisika meliputi fakta, konsep, prinsip, generalisasi, teori dan hukum-hukum, serta model yang dapat dinyatakan dalam beberapa cara (NRC, 1996:23).

Berdasarkan uraian di atas maka jelas bahwa pengalaman belajar yang realistik (seperti eksperimen yang melibatkan kegiatan eksperimen dan demonstrasi) sangat diperlukan dalam pembelajaran Fisika. Padahal keterbatasan fisik karena tuna netra dan tuna rungu sangat

mengganggu bagi siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu baik disekolah umum (pendidikan inklusif) maupun di sekolah khusus penyandang cacat. Namun kesiapan sistem pembelajaran yang dapat diakomodasi oleh penyandang cacat ternyata belum memadai. Hal ini terutama ketika siswa penyandang cacat akan mengikuti pengalaman belajar yang bersifat realistik, eksperimen Fisika misalnya. Belum ada model eksperimen Fisika yang dirancang khusus untuk melayani kebutuhan belajar anak penyandang tuna netra dan tuna rungu. Berdasarkan kenyataan itulah maka penulis sebagai tim peneliti di Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY telah melakukan penelitian untuk mengembangkan alat praktikum sains yang bersifat manual menggunakan indra peraba dan *Voice Equipment* (MFE) yang berbasis perubahan tegangan (potensial listrik) menjadi suara yang digunakan dalam praktikum fisika untuk anak penyandang tuna netra dan tuna rungu.

Untuk mengembangkan alat-alat praktikum yang dirancang khusus untuk kelas inklusif maka perlu diperhatikan karakteristik terpenting dari sekolah inklusi adalah satu komunitas yang kohesif, menerima dan responsive terhadap kebutuhan individual siswa. Untuk itu, Sapon-Shevin (dalam Sunardi, 2002) mengemukakan lima profil pembelajaran di sekolah inklusi, yaitu:

- 1. Pendidikan inklusi berarti menciptakan dan menjaga komunitas kelas yang hangat, menerima keanekaragaman, dan menghargai perbedaan.**

Guru mempunyai tanggungjawab menciptakan suasana kelas yang menampung semua anak secara penuh dengan menekankan suasana dan perilaku social yang menghargai perbedaan yang menyangkut kemampuan, kondisi fisik, sosialekonomi, suku, agama, dan sebagainya. Pendidikan inklusi berarti penerapan kurikulum yang multilevel dan multimodalitas.

- 2. Mengajar kelas yang heterogen memerlukan perubahan pelaksanaan kurikulum secara mendasar.**

Pembelajaran di kelas inklusi akan bergeser dari pendekatan pembelajaran kompetitif yang kaku, mengacu materi tertentu, ke pendekatan pembelajaran kooperatif yang melibatkan kerjasama antarsiswa, dan bahan belajar tematik.

- 3. Pendidikan inklusi berarti menyiapkan dan mendorong guru untuk mengajar secara interaktif.**

Perubahan dalam kurikulum berkaitan erat dengan perubahan metode pembelajaran. Model kelas tradisional di mana seorang guru secara sendirian berjuang untuk dapat memenuhi kebutuhan semua anak di kelas harus bergeser dengan model antarsiswa saling bekerjasama, saling mengajar dan belajar, dan secara aktif saling berpartisipasi dan bertanggungjawab terhadap pendidikannya sendiri dan pendidikan teman-temannya. Semua anak berada di satu kelas bukan untuk berkompetisi melainkan untuk saling belajar dan mengajar dengan yang lain.

#### **4. Pendidikan inklusi berarti penyediaan dorongan bagi guru dan kelasnya secara terus menerus dan penghapusan hambatan yang berkaitan dengan isolasi profesi.**

Meskipun guru selalu berinteraksi dengan orang lain, pekerjaan mengajar dapat menjadi profesi yang terisolasi. Aspek terpenting dari pendidikan inklusif adalah pengejaran dengan tim, kolaborasi dan konsultasi, dan berbagai cara mengukur keterampilan, pengetahuan, dan bantuan individu yang bertugas mendidik sekelompok anak. Kerjasama antara guru dengan profesi lain dalam suatu tim sangat diperlukan, seperti dengan paraprofessional, ahli bina bicara, petugas bimbingan, guru pembimbing khusus, dan sebagainya. Oleh karena itu, untuk dapat bekerjasama dengan orang lain secara baik memerlukan pelatihan dan dorongan secara terus-menerus.

#### **5. Pendidikan inklusi berarti melibatkan orang tua secara bermakna dalam proses perencanaan.**

Keberhasilan pendidikan inklusif sangat bergantung kepada partisipasi aktif dari orang tua pada pendidikan anaknya, misalnya keterlibatan mereka dalam penyusunan Program Pengajaran Individual (PPI) dan bantuan dalam belajar di rumah.

Melihat kondisi dan sistem pendidikan yang berlaku di Indonesia, model pendidikan inklusif lebih sesuai adalah model yang mengasumsikan bahwa inklusi sama dengan mainstreaming, seperti pendapat Vaughn, Bos & Schumn.(2000). Penempatan anak berkelainan di sekolah inklusi dapat dilakukan dengan berbagai model sebagai berikut:

##### **1. Kelas reguler (inklusi penuh)**

Anak berkelainan belajar bersama anak lain (normal) sepanjang hari di kelas reguler dengan menggunakan kurikulum yang sama

##### **2. Kelas reguler dengan *cluster***



Anak berkelainan belajar bersama anak lain (normal) di kelas reguler dalam kelompok khusus.

### **3. Kelas reguler dengan *pull out***

Anak berkelainan belajar bersama anak lain (normal) di kelas reguler namun dalam waktu-waktu tertentu ditarik dari kelas reguler ke ruang sumber untuk belajar dengan guru pembimbing khusus.

### **4. Kelas reguler dengan cluster dan pull out**

Anak berkelainan belajar bersama anak lain (normal) di kelas reguler dalam kelompok khusus, dan dalam waktu-waktu tertentu ditarik dari kelas reguler ke ruang sumber untuk belajar dengan guru pembimbing khusus.

### **5. Kelas khusus dengan berbagai pengintegrasian**

Anak berkelainan belajar di dalam kelas khusus pada sekolah reguler, namun dalam bidang-bidang tertentu dapat belajar bersama anak lain (normal) di kelas reguler.

### **6. Kelas khusus penuh**

Anak berkelainan belajar di dalam kelas khusus pada sekolah reguler. Dengan demikian, pendidikan inklusif tidak mengharuskan semua anak berkelainan berada di kelas reguler setiap saat dengan semua mata pelajarannya (inklusi penuh), karena sebagian anak berkelainan dapat berada di kelas khusus atau ruang terapi berhubung gradasi kelainannya yang cukup berat. Bahkan bagi anak berkelainan yang gradasi kelainannya berat, mungkin akan lebih banyak waktunya berada di kelas khusus pada sekolah reguler (inklusi lokasi). Kemudian, bagi yang gradasi kelainannya sangat berat, dan tidak memungkinkan di sekolah reguler (sekolah biasa), dapat disalurkan ke sekolah khusus (SLB) atau tempat khusus (rumah sakit). Setiap sekolah inklusi dapat memilih model mana yang akan diterapkan, terutama bergantung kepada:

1. jumlah anak berkelainan yang akan dilayani,
2. jenis kelainan masing-masing anak,
3. gradasi (tingkat) kelainan anak,
4. ketersediaan dan kesiapan tenaga kependidikan, serta

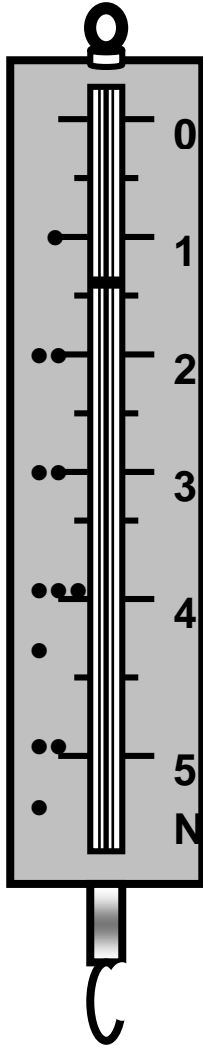
## 5. sarana-prasara yang tersedia.

Jika fisika dipandang sebagai ilmu yang bersifat empirik (dan itulah yang sesungguhnya), maka pembelajaran sains (fisika) sedapat mungkin dimulai dengan atau melibatkan pengamatan gejala atau fenomena alam yang berkaitan dengan materi pembelajaran fisika yang akan diajarkan, disamping juga harus memperhatikan hakekat fisika sebagai produk, proses dan sikap. Persoalannya adalah, apa yang harus disiapkan dalam pengembangan pembelajaran fisika di kelas inklusif yang sesuai dengan struktur keilmuan, pola pikir, dan hakekat fisika. Jawabannya sangat banyak, tetapi pada umumnya pengembangan pembelajaran fisika mencakup pengembangan-pengembangan indikator, materi pembelajaran fisika, rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) fisika, media (presentasi) pembelajaran fisika, alat peraga untuk pembelajaran fisika, dan evaluasi pembelajaran fisika.

Berdasarkan analisis silabi pembelajaran sains yang ada di sekolah maka telah telah dikembangkan berbagai desain alat praktikum untuk siswa penyandang tunanetra. Baik yang berisifat manual, hanya dengan menggunakan indra peraba, maupun yang didesain dengan menggunakan perangkat elektronik yang mengubah sinyal potensial (tegangan) menjadi suara yang tim peneliti menyebutnya dengan istilah *voice equipment*. Berbagai perangkat pembelajaran praktikum untuk penyandang ketunaan ini sudah diujicobakan di SLBN 2 Yogyakarta dengan melibatkan tim ahli dari Pusat Sumber Belajar untuk penyandang ketunaan.

Beberapa contoh alat yang dikembangkan, ditunjukkan pada uraian berikut ini, dan contoh LKS terlampir.

### a. Neraca Pegas



Neraca digunakan dengan cara digantung untuk mengukur berat benda yang dicantolkan pada bagian bawah neraca.

Pegas yang terdapat dalam neraca tertarik karena adanya gaya yang diakibatkan oleh berat benda, dan besarnya gaya ini dinyatakan dalam satuan Newton.

Mengapa berat benda yang terukur?

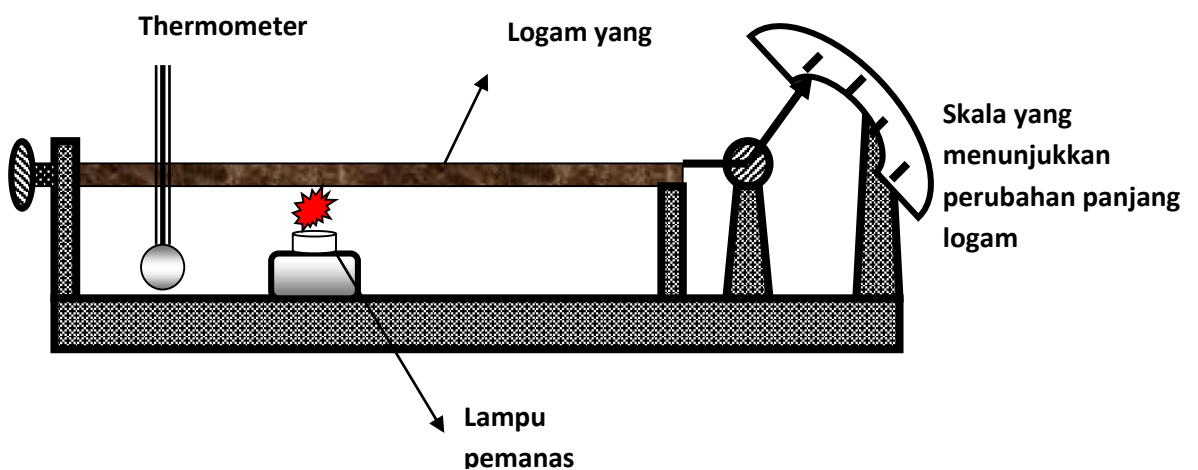
Karena pada posisi benda digantung maka benda yang masanya  $m$  dipengaruhi gaya tarik gravitasi bumi dengan percepatan sebesar  $g$ . Sehingga pegas tertarik dengan gaya berat atau  $W$  yang besarnya adalah:

$$W = mg$$

Satuan berat benda yang terukur dari persamaan di atas adalah  $m$  dalam satuan kg, dan  $g$  dalam satuan  $m/det^2$ , sehingga gaya berat  $W$  satuannya adalah  $kg \cdot m/det^2$ . Satuan  $kg \cdot m/det^2$  ini dinyatakan juga dengan N (Newton).

Pembacaan skala dilakukan dengan meraba indikator penunjuk dan skala yang dibuat menonjol.

### b. Alat Muai Panjang



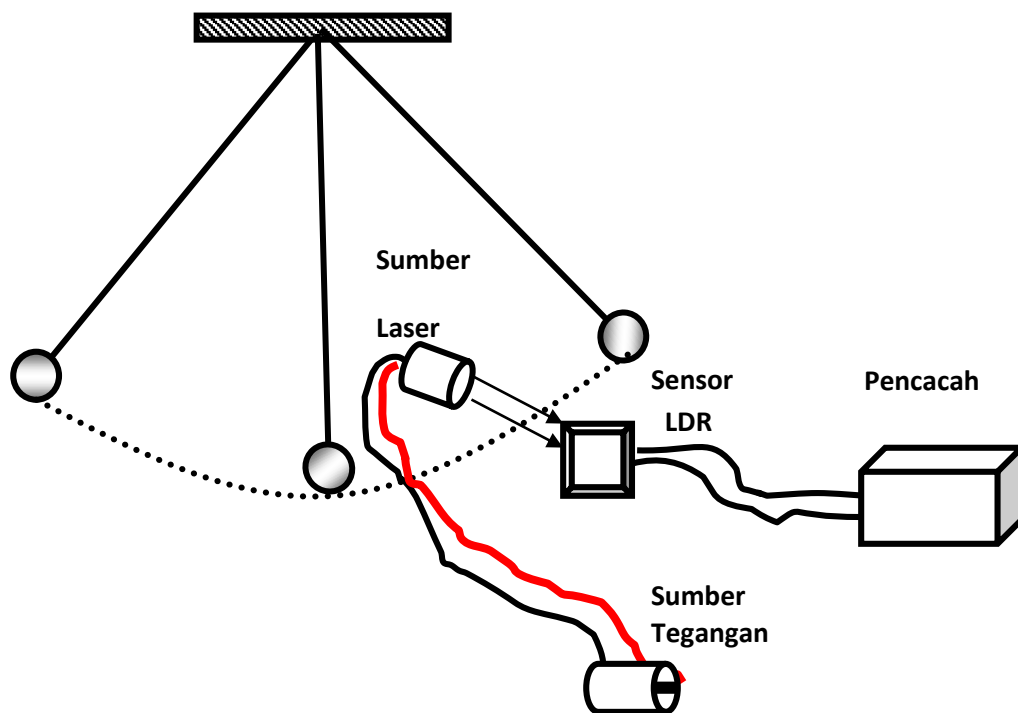
## Cara Kerja

- Sebatang logam yang panjang awalnya  $L_0$  , memiliki temperatur awal  $T_0$  . Bila kemudian batang logam itu dipanaskan dipanaskan sehingga temperaturnya menjadi  $T_A$  maka batang logam itu akan mengalami pertambahan panjang kerana proses pemuaihan sehingga penjangnya menjadi  $L_A$ .
- Untuk setiap jenis logam tertentu ternyata masing masing memiliki nilai besaran tertentu yang membedakan antara kemampuan muai panjang logam yang satu dengan yang lainnya. Sifat khas masing masing logam ini yang terkait dengan muai panjang disebut koefisien muai panjang yang dinyatakan dengan lambang  $\alpha$  .
- Alat ini membuktikan suatu hubungan empirik yang menyatakan bahwa pemuaihan panjang suatu logam ditentukan oleh kenaikan temperatur dan koefisien muai panjang masing-masing logam itu.

$$L_A = L_0 ( 1 + \alpha \Delta T )$$

$\Delta T$  adalah perubahan temperatur logam yaitu  $T_A - T_0$

### c. Ayunan Matematis

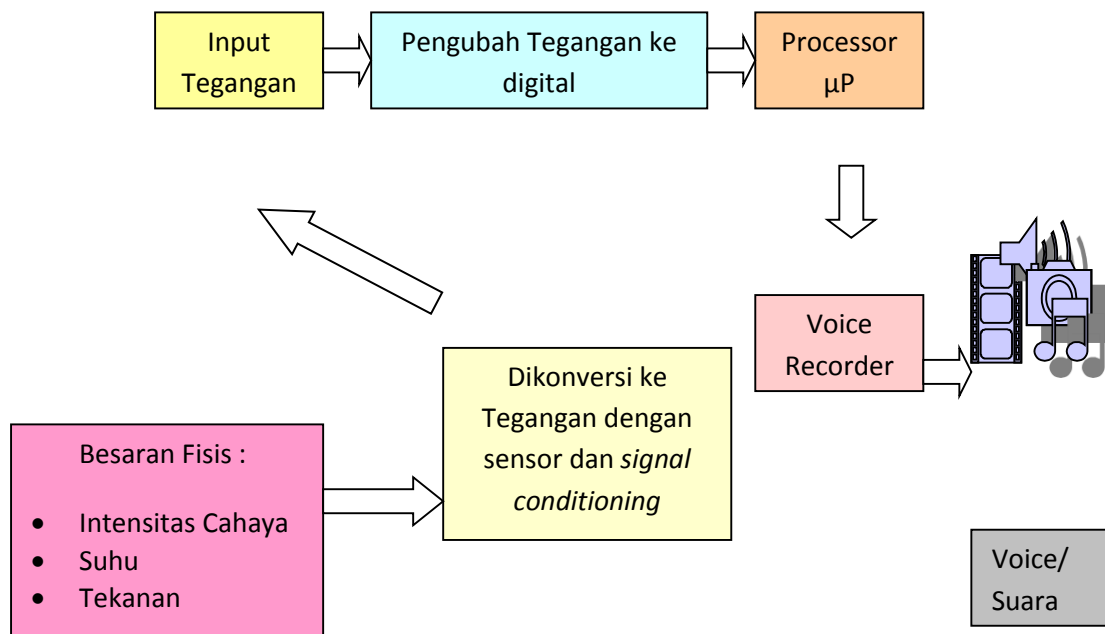


## Cara Kerja

Sebuah benda yang bermassa  $m$  digantung dengan tali yang panjangnya  $l$ . Ketika benda dilepaskan dari ketinggian tertentu ( $h$ ), maka benda akan berayun secara teratur melewati titik kesetimbangan tertentu. Gerak bolak-balik disekitar titik kesetimbangan ini disebut gerak harmonis.

Perangkat pendukung berupa sumber laser digunakan untuk mencacah jumlah dan waktu terjadinya ayunan. Sumber laser dengan bantuan sumber tegangan memancarkan sinar laser tepat melewati lintasan ayunan benda. Pada saat benda tepat melewati bagian yang disinari laser maka hubungan sinar laser dengan sensor LDR terputus, pada saat inilah maka pencacah mencatatnya.

Adapun alat praktikum yang dikembangkan semuanya berbasis pada *voice equipment* yang desainnya adalah sebagai berikut:



## KESIMPULAN

Pendidikan inklusif yang juga sering disebut dengan istilah *mainstreaming*, secara teori diartikan sebagai penyediaan layanan pendidikan yang layak bagi anak berkelainan sesuai dengan kebutuhan individualnya. Filosofinya adalah inklusi, tetapi dalam praktiknya menyediakan berbagai alternatif layanan sesuai dengan kemampuan dan kebutuhannya. Pengalaman belajar yang realistis (seperti eksperimen yang melibatkan kegiatan eksperimen dan demonstrasi) sangat diperlukan dalam pembelajaran Fisika. Padahal keterbatasan fisik karena tuna netra dan tuna rungu sangat mengganggu bagi siswa penyandang tuna netra dan tuna rungu baik disekolah umum (pendidikan inklusif) maupun di sekolah khusus penyandang

cacat. Namun kesiapan sistem pembelajaran yang dapat diakomodasi oleh penyandang cacat ternyata belum memadai. Hal ini terutama ketika siswa penyandang cacat akan mengikuti pengalaman belajar yang bersifat realistik, eksperimen Fisika misalnya. Belum ada model eksperimen Fisika yang dirancang khusus untuk melayani kebutuhan belajar anak penyandang tuna netra dan tuna rungu. Berdasarkan kenyataan itulah telah dikembangkan alat praktikum sains yang bersifat manual menggunakan indra peraba dan *Voice Equipment* (MFE) yang berbasis perubahan tegangan (potensial listrik) menjadi suara yang digunakan dalam praktikum fisika untuk anak penyandang tuna netra dan tuna rungu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arends, R. (2007). *Classroom Instruction and Management*. New York: McGraw-Hill Companies.
- Ashman, A. & Elkins, J. (2009). *Educating Children with Special Needs*. New York: Prentice Hall.
- Baker, E.T. (2004). *Metaanalysis evidence for non-inclusive educational practices*. Disertasi, Temple University.
- Baker, E.T., Wang, M.C. & Walberg, H.J. (194/2005). The effects of inclusion on learning. *Educational Leadership*. 52(4) 33-35.
- Borich, G.D. 2004. *Observation Skills for Effective Teaching*. New York: Mcmillan Publishing Company.
- Carlberg, C. & Kavale, K. (The efficacy of special class vs regular class placement for exceptional children: a metaanalysis. *The Journal of Special Education*. 14, 295-305.
- Carin, A.A. 2003. *Teaching Modern Science*. New York: Mcmillan Publishing Company.
- Dahar, R.W. 1986. *Interaksi Belajar Mengajar IPA*. Jakarta UT.
- Edge, J. 1992. *Cooperative Development*. Harlow: Longman.
- Fish, D. 1989. *Learning through practice in Initial Teacher Training*. London. Kogan Page.
- Kemp, J.E., Morrison, G.R., Ross, S.M. 1994. *Designing Learning in the Science Classroom*. New York: Glencoe Macmillan/Mc.Graw-Hill.
- Kolb, D.A. 1984. *Experiential Learning*. Englewood Clifts, N.J: Prentice Hall.
- Mulyono Abdulrahman (2003). *Landasan Pendidikan Inklusif dan Implikasinya dalam Penyelenggaraan LPTK*. Makalah disajikan dalam pelatihan penulisan buku ajar bagi dosen jurusan INKLUSI yang diselenggarakan oleh Ditjen Dikti. Yogyakarta, 26 Agustus 2002.
- Nunan, D. 1989. *Designing Task for the Communicative Classroom*. Cambridge: Cambridge University Press.

- O'Neil, J. (1994/1995). *Can inclusion work? A Conversation with James Kauffman and Mara Sapon-Shevin*. *Educational Leadership*. 52 (4) 7-11.
- Richards, J.C. 1981. *Towards Reflective Teaching*. *The Teacher Trainer* 5/3.
- Richards, J.C., J. Platt, and H. Platt. 1992. *Longman Dictionary of Language Teaching and Applied Linguistics*. Longman.
- O'Neil, J. (1994/1995). *Can inclusion work? A Conversation with James Kauffman and Mara Sapon-Shevin*. *Educational Leadership*. 52 (4) 7-11.
- Stainback, W. & Sianback, S. (1990). *Support Networks for Inclusive Schooling: Independent Integrated Education*. Baltimore: Paul H. Brooks.
- Staub, D. & Peck, C.A. (1994/1995). *What are the outcomes for nondisabled students?* *Educational Leadership*. 52 (4) 36-40.
- Undang-undang Nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.
- UNESCO (1994). *The Salamanca Statement and Framework for Action on Special Needs Education*. Paris: Author.
- Ur, P. 1996. *A Course in Language Teaching Practice and Theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Vaughn, S., Bos, C.S. & Schumn, J.S. (2000). *Teaching Exceptional, Diverse, and at Risk Students in the General Educational Classroom*. Boston: Allyn Bacon.
- Wallace, M.J. 1991. *Training Foreign Language Teachers*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Warnock, H.M. (1978). *Special Educational Needs: Report of the Committee of Enquiry into the Education of Handicapped Young People*. London: Her Majesty's Stationary Office
- Webmaster (2004). *Kebijakan Pedoman Pengembangan Profesi Guru SMK*. <http://Www.Dikdasmen.Depdiknas.Go.Id/Html/Tendik/Tendik-Kebijakan>
- \_\_\_\_\_ (2003). *Mengenal Pendidikan Inklusif*. <Http://Www.Ditinklusi.Or.Id>
- Williams, M. 1989. *Processing in Teacher Training*. University of Exeter. Unpublished.
- Wright, T. 1987. *Roles of Teachers and Learners*. Oxford: Oxford University Press.

## LAMPIRAN (Semua di buat dalam Huruf Braille dan gambar timbul)

### PENGENALAN ALAT YANG DIGUNAKAN DALAM PERCOBAAN

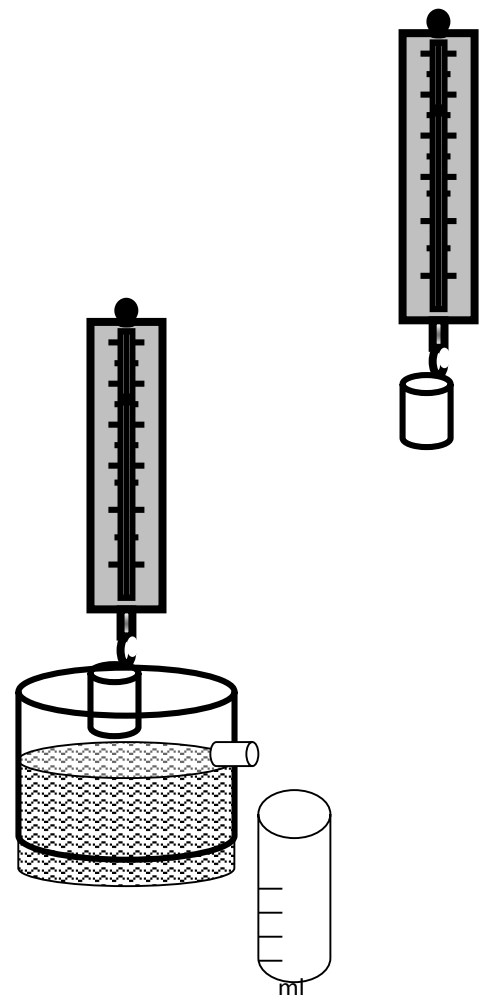
#### LKS 01

#### Hukum Archimides Pada Tekanan Dalam Zat Cair

Percobaan ini bertujuan untuk menyelidiki besarnya gaya tekanan ke atas terhadap benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya dalam suatu zat cair. Metode ini telah membantu seorang ahli Fisika Yunani bernama Archimides untuk membuktikan apakah mahkota raya terbuat dari emas murni atau bukan.

Kalian ingin tahu bagaimana Archimides melakukan eksperimennya ? Ikuti langkah-langkah berikut ini:

1. Dengan menggunakan Neraca Pegas ukurlah berat benda yang digantung di udara
2. Sekarang coba masukan benda pada Air yang terdapat pada gelas ukur. Perhatikan dua hal:
  1. berapa berat yang ditunjukkan oleh
  2. berapa berat air yang tumpah dari gelas ukur dengan cara mengukurnya menggunakan neraca pegas





Catatlah hasil pengamatan anda :

$W_1$  (berat di udara) = ..... N

$W_2$  (berat di udara) = ..... N

$W_a$  (Berat air yang dipindahkan) = ..... N

Dari data di atas kita bisa menghitung beberapa hal sebagai berikut:

1. Selisih antara  $W_2$  dan  $W_1$  menunjukkan bahwa dalam zat cair mendapatkan gaya ke atas. Besarnya gaya keatas ini disebut Gaya Archimides  $F_A$  yang besarnya adalah:

$$F_A = W_2 - W_1$$

Berdasarkan hasil pengamatan anda coba hitunglah besarnya Gaya Archimides

$$F_A = \text{..... N}$$

2. Sekarang timbanglah berat zat cair yang dipindahkan tadi juga dengan menggunakan Neraca Pegas, kemudian catatlah:

$$W_a \text{ (Berat air yang dipindahkan)} = \text{..... N}$$

3. Sekarang cobalah anda perhatikan antara besarnya gaya Archimides  $F_A$  dengan berat air yang dipindahkan  $W_a$  . Cobalah ambil kesimpulan berdasarkan hasil pengamatan kalian terhadap dua besaran tersebut!.

<b>KESIMPULAN</b>
-------------------

#### PENGAYAAN

Nah sekarang kalian mungkin penasaran, bagaimana cara Archimides menentukan apakah mahkota raja adalah emas murni atau bukan?

Berdasarkan kesimpulan yang anda buat, sebenarnya sekarang anda sudah menjadi seorang ilmuwan. Bayangkan hebat bukan?

Dari percobaan tadi, sebenarnya anda juga bisa tahu berapa volume air yang dipindahkan dengan cara mengukurnya dengan gelas ukur, katakanlah  $V_A$ .

Mengapa air dipindahkan? Karena ada benda yang dimasukkan dalam air !

Nah dengan demikian anda tahu bahwa Volume benda (  $V_B$  ) yang dicelupkan adalah sama dengan volume air  $V_A$ .

$$V_B = V_A$$

Sedangkan anda telah belajar sebelumnya bahwa Volume benda adalah hasil bagi dari massa benda  $m_B$  dengan massa jenisnya  $\rho_B$

$$V_B = m_B / \rho_B$$

Padahal  $V_B = V_A$  , dengan demikian maka kita dapat menentukan massa jenis benda  $\rho_B$  sebagai berikut :

$$\rho_B = m_B / V_B = m_B / V_A$$

Jadi sekarang hitunglah massa jenis benda yang anda gunakan dalam percobaan di atas:

$$\rho_B = \dots\dots\dots \text{kg/m}^3$$

Nah dengan cara itulah Archimides menentukan apakah mahkota itu emas asli atau buka dengan melihat besarnya nilai massa jenis benda. Lalu tinggal cocokan aja dengan massa jenis emas yang telah diketahui sebelumnya.

#### PENJELASAN UNTUK PENYOCOKAN DENGAN TEORI

Zat cair memiliki sifat-sifat yang unik berbeda dengan jenis zat yang lain. Di bawah ini merupakan penjelasan dasar mengenai hukum archimides pada pelajaran fisika.

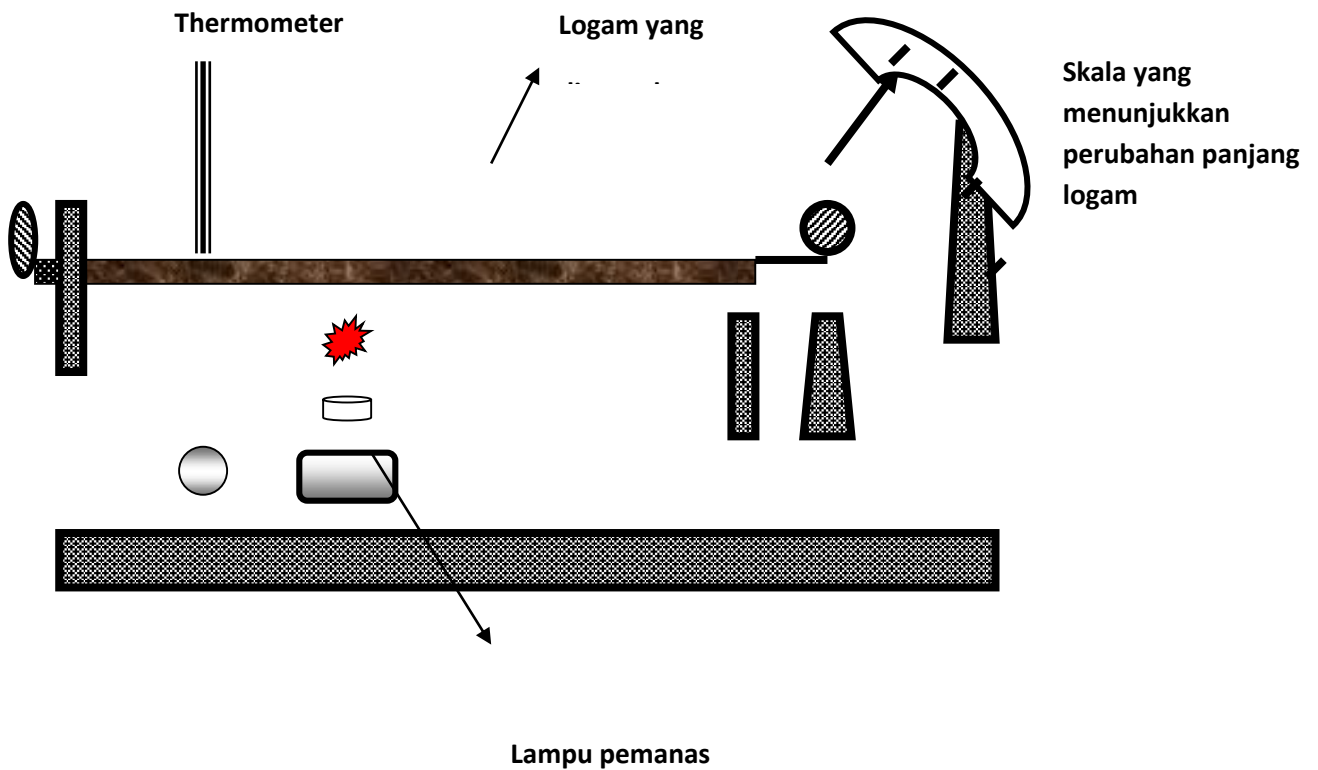
##### A. Bunyi Hukum Archimides

Benda yang dicelupkan atau dimasukkan sebagian ataupun seluruhnya ke dalam suatu cairan akan mendapatkan gaya ke atas sebesar berat zat cair yang didesak oleh benda yang dicelupkan atau dimasukkan tadi.

## B. Kesimpulan Yang Dapat Ditarik

- Zat cair memiliki gaya tekan ke atas. Perahu dapat mengambang karena ada gaya tekan ke atas dari zat cair. Tanpa adanya daya tekan ke atas maka manusia tidak akan mungkin dapat berenang di air.
- Zat cair menekan ke segala arah. Zat cair akan memberi tekanan ke semua arah yang ada dengan besar yang sama. Apabila ember yang berisi air kita beri lubang di banyak tempat maka terlihat bahwa air mengucur dari semua lubang yang ada.
- Tekanan zat cair bergantung pada kedalamannya. Semakin dalam seorang penyelam menyelam di dalam laut, maka semakin besar pula tekanan air yang menekan tubuh penyelam yang mampu mempengaruhi metabolisme tubuh penyelam.

KOEFISIEN MUAI PANJANG



LANGKAH KERJA

1. Nyalakan pemanas sehingga dapat memanaskan batang logam secara merata
2. Catatlah pertambahan panjang di skala yang ada pada alat seperti gambar di atas

$$\Delta L = L_A - L_0 = \dots\dots\dots\text{mm} = \dots\dots\dots\text{m}$$

Dimana

$L_A$  = panjang akhir setelah pemanasan

$L_0$  = panjang awal sebelum pemanasan

3. Catatlah perubahan temperatur pada thermometer sesuai dengan pertambahan panjang yang telah di catat

$$\Delta T = T_A - T_0 = \dots\dots\dots^{\circ}\text{C}$$

Dimana

$T_A$  = temperatur akhir setelah pemanasan

$L_0$  = temperatur awal sebelum pemanasan

#### PERHITUNGAN

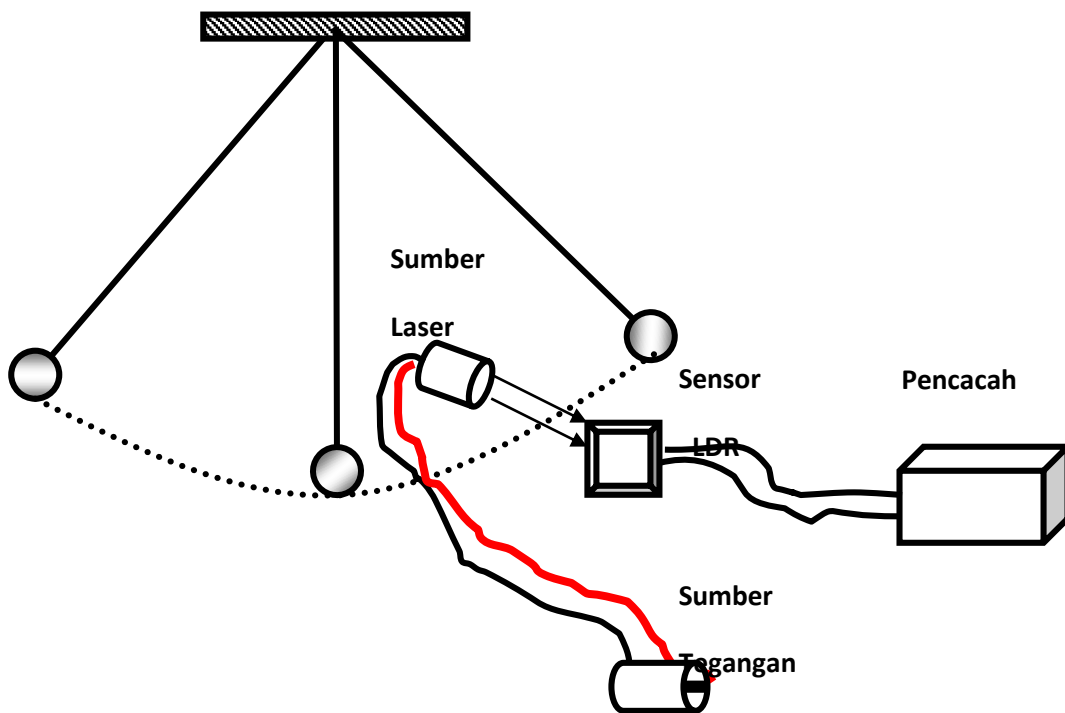
Berdasarkan penjelasan sebelumnya terdapat hubungan antara perubahan panjang dengan perubahan temperatur yang sifatnya khas untuk jenis logam tertentu sesuai dengan persamaan sebagai berikut:

$$L_A = L_0 ( 1 + \alpha \Delta T )$$

Berdasarkan rumus itu maka cobalah tentukan besarnya  $\alpha$  untuk logam yang anda panaskan tersebut.

$$\alpha = \dots\dots\dots$$

## AYUNAN SEDERHANA



Langkah kerja :

1. Pastikan bahwa lintasan bandul matematis tepat melintasi arah rambat sinar laser yang menuju ke sensor (LDR), dalam hal ini bisa minta bantuan guru untuk mengeceknya.
2. Ketika bandul matematis mendapatkan kecepatan awal ( $V_0$ ) yang di dapat dari energi potensial ( $E_p$ ) dengan cara mengangkatnya pada ketinggian ( $h$ ) tertentu, maka bila dilepaskan bandul akan bergerak bolak balik disekitar titik kesetimbangannya.
3. Pada setiap gerakan bandul maka setiap setengah lintasan dia akan menutup arah sinar laser yang menuju sensor ( LDR ) dengan demikian akan dihitung jumlah gerakan bolak-balik tersebut pada pencacah yang dihubungkan dengan sensor.
4. Dengan menggunakan bantuan jam tangan atau stop watch maka kita dapat mencatat waktu yang digunakan untuk sejumlah ayunan tertentu sesuai dengan yang kita kehendaki.
5. Dari percobaan di atas kita dapat mencatat waktu yang digunakan untuk melakukan sejumlah ayunan yang dicatat pada pencacah.

Tabel Waktu vs Jumlah Ayunan (2 x cacah)

Percobaan ke	Jumlah cacah	Jumlah ayunan (2 x jumlah cacah)	Waktu (detik)
1			
2			
3			
4			

Tugas

- Berdasarkan tabel di atas kita dapat menghitung jumlah ayunan untuk setiap detik yang ini dinamakan frekuensi caranya adalah sebagai berikut:

$$\text{Frekuensi ( f )} = \frac{\text{Jumlah ayunan}}{\text{Waktu}} \text{ satuannya 1/detik}$$

Sekarang coba hitunglah :

$$f_1 = \frac{\dots\dots}{\dots\dots} =$$

$$f_2 = \frac{\dots\dots}{\dots\dots} =$$

$$f_3 = \frac{\dots\dots}{\dots\dots} =$$

$$f_4 = \frac{\dots\dots}{\dots\dots} =$$

- Selain itu kita bisa juga menghitung perioda gerakannya dimana Perioda ( T ) didefinisikan sebagai waktu yang digunakan untuk melakukan satu ayunan sehingga merupakan kebalikan dari frekuensinya. Coba hitunglah:

$$T_1 = \frac{1}{f_1} = \dots\dots\dots$$

$$T_2 = \frac{1}{f_2} = \dots\dots\dots$$

$$T_3 = \frac{1}{f_3} = \dots\dots\dots$$

$$T_4 = \frac{1}{f_4} = \dots\dots\dots$$

## PENGAYAAN

Dari percobaan di atas kita juga dapat mengukur beberapa besaran sebagai berikut:

Panjang tali ( L ) = .....cm

Tinggi bandul saat di angkat sebelum dilepaskan ( h ) = .....cm

Massa bandul ( m ) = ..... gram

Percepatan gravitasi bumi ( g ) = .....m/det<sup>2</sup>

Dari sini kita dapat menghitung apakah perioda ( T ) yang kita hitung memenuhi rumus yang menyatakan bahwa:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

Dimana  $\pi$  adalah konstanta yang besarnya adalah 3,14

Cabalah bandingkan :  $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{L_1}{g}} = 2 \times 3,14 \times \sqrt{\frac{L_1}{g}} = \dots\dots\dots$

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{L_2}{g}} =$$

$$T_3 = 2\pi\sqrt{\frac{L_3}{g}} =$$

$$T_4 = 2\pi\sqrt{\frac{L_4}{g}} =$$

Buatlah kesimpulan dari hasil pengamatanmu:

.....

.....

.....

.....