

# **ALAT UKUR BESARAN FISIS**

## **LABORATORIUM IPA DAN KALIBRASI ALAT UKUR**

Oleh: Dadan Rosana

Disampaikan dalam Pelatihan Laboratorium IPA Direktorat PSMP 2014

### **Tujuan:**

Setelah mempelajari modul ini, diharapkan peserta dapat;

1. mengenal dan mengetahui cara kerja alat-alat ukur yang digunakan dalam percobaan IPA
2. mampu menggunakan alat ukur yang akan digunakan di Laboratorium IPA dan mengetahui cara memelihara dan memperbaiki kesalahan sederhana.

### **Pendahuluan Pentingnya Pengukuran**

IPA mempelajari permasalahan yang berkaitan dengan fenomena alam dan berbagai permasalahan dalam kehidupan masyarakat. Fenomena alam dalam IPA dapat ditinjau dari objek, persoalan, tema, dan tempat kejadiannya. Bagaimana penjelasan, apa yang dapat diperoleh dan pengaruhnya terhadap pembelajar tentang peristiwa fenomena alam itu merupakan persoalan belajar IPA. Belajar IPA dapat di mana saja, namun demikian belajar IPA yang distrukturkan pada umumnya terjadi di sekolah yang biasa disebut pembelajaran IPA.

Pembelajaran IPA memerlukan kegiatan penyelidikan, baik melalui observasi maupun eksperimen, sebagai bagian dari kerja ilmiah yang melibatkan keterampilan proses yang dilandasi sikap ilmiah. Bentuk sikap ilmiah dalam pembelajaran IPA di antaranya mengembangkan rasa ingin tahu melalui kegiatan penemuan seperti para ahli terdahulu melakukan pekerjaannya berdasarkan pengalaman langsung yang dilakukan melalui kerja ilmiah. Melalui kerja ilmiah, peserta didik dilatih untuk memanfaatkan fakta, membangun konsep, prinsip, teori sebagai dasar untuk berpikir kreatif, kritis, analitis, dan divergen. Pembelajaran IPA diharapkan dapat membentuk sikap peserta didik dalam kehidupan sehari-hari sehingga mereka akhirnya menyadari keindahan, keteraturan alam, dan meningkatkan keyakinannya terhadap Tuhan Yang Maha Esa.

Keterampilan proses dalam IPA mencakup keterampilan dasar dan keterampilan terpadu. Keterampilan dasar meliputi keterampilan mengobservasi, mengklasifikasi, berkomunikasi, melakukan pengukuran metrik, memprediksi/meramal, menginferensi/menyimpulkan atau menyusun teori, dan menafsirkan atau mengevaluasi. Keterampilan terpadu mencakup mengidentifikasi variabel, menentukan variabel operasional, menjelaskan hubungan antarvariabel, menyusun hipotesis,

merancang prosedur dan melaksanakan penyelidikan/eksperimen untuk pengumpulan data, memproses/menganalisis data, menyajikan hasil penyelidikan/eksperimen dalam bentuk tabel/grafik, serta membahas, menyimpulkan, dan mengomunikasikan secara tertulis maupun lisan. Pada kesempatan ini penekanan belajar IPA adalah masalah alat ukur dan kalibrasi alat ukur besaran fisis.

Salah satu aspek kegiatan ilmiah di dalam keterampilan proses adalah melakukan pengukuran suatu besaran. Melakukan pengukuran besaran fisis pada umumnya dilakukan dengan menggunakan alat ukur yang sesuai dan handal. Pelaksanaan pengukuran tersebut merupakan keterampilan yang secara terus menerus seharusnya dilatihkan kepada para siswa oleh guru. Menguasai keterampilan penggunaan alat ukur dengan baik merupakan tuntutan yang paling mendasar pada aspek ini agar memperoleh hasil ukur sesuai dengan yang diukur. Keterampilan pengukuran bukan perkara mudah di dalam pekerjaan pengamatan. Dapat dibayangkan apabila pelaksanaan pengukuran tersebut seorang diri, sambil melakukan pengamatan, pengamat juga harus melakukan pengukuran. Oleh karena itu sudah selayaknya guru sebagai pembimbing praktik atau pembelajaran yang menggunakan alat ukur selalu berlatih untuk meningkatkan keterampilan menggunakan alat ukur.

Saat ini sudah banyak dikembangkan alat ukur besaran fisis yang canggih. Namun demikian guru sebagai agen penyebar pengetahuan seharusnya menguasai alat ukur standar yang umum digunakan di laboratorium sekolah. Dari model alat ukur standarpun sudah banyak menyita waktu untuk melatih diri meningkatkan keterampilan pengukuran, jika para guru sebagai pengelola laboratorium ingin meningkatkan diri. Banyaknya model-model alat ukur untuk pengukuran besaran sejenis membuat pengguna merasa kesulitan, apalagi masih dihadapkan pada masalah ketelitian dan presisi alat ukur. Bagaimana membaca hasil ukur berdasarkan skala yang ditunjukkan oleh alat ukur, bagaimana membuat angka ketidakpastian pengukuran, menyajikan angka-angka signifikan pada hasil ukur, dan lain sebagainya.

Keterampilan yang dimiliki oleh seorang guru tentunya akan berimbas pada keterampilan pada siswa. Keterampilan pengukuran tidak dapat serta merta kalau tahu bagaimana menggunakan suatu alat ukur maka seseorang otomatis akan terampil menggunakan alat tersebut. Harapannya, apabila guru terampil menggunakan alat ukur tentunya siswa terampil juga. Seringkali kegiatan ini tidak ditekankan secara khusus sehingga keterampilan teknis pengukuran yang dimiliki siswa kurang memadai. Misalkan pemahaman tentang titik acuan di dalam pengukuran. Pada umumnya titik acuan "nol" siswa dianggap sudah paham, dengan memahami titik nol pada mistar. Tetapi apakah siswa juga sudah memahami titik nol pada neraca lengan yang selalu berayun di sekitar titik nol? Apa mana dari ayunan tersebut?

Pemahaman penggunaan skala pada setiap alat ukur mempunyai karakteristik dan teknik pembacaan yang berbeda. Keterampilan yang sudah dimiliki siswa dalam membaca skala pada mistar biasa sedikit berbeda apabila mistar tersebut dilengkapi

skala halus nonius, sehingga orde ukurannya sampai dua digit dibelakang koma pada skala millimeter. Seperti juga teknis pembacaan skala nonius pada jangka sorong akan berbeda dengan teknis pembacaan skala nonius pada micrometer sekrup (jika memiliki). Belum lagi apabila micrometer sekrup sudah mengalami kekocakan/kerenggangan (*backlash*), teknis pembacaannya berbeda dengan micrometer yang masih normal. Demikian juga apabila jangka sorong telah mengalami kekocakan, maka cara membacanya juga berbeda.

Seperti telah diketahui bersama bahwa pada tingkat sekolah SMP/MTs minimal alat yang seharusnya dimiliki adalah sebagai berikut:

No.	Nama Peralatan	Jumlah	Spesifikasi
1	Mistar	6	Panjang minimum 50 cm, ketelitian 1mm
2	Roll meter	1	Panjang minimum 5 m, ketelitian 1 mm
3	Jangka sorong	6	Ketelitian 0,1 mm
4	Timbangan	3	Ketelitian berbeda
5	Stopwatch	6	Ketelitian 0,2 detik
6	Termometer 100 C	6	Ketelitian 0,5 derajat
7	Gelas ukur	6	Ketelitian 1 ml
8	Multimeter AC/DC, Dilengkapi: a. Sistem hambatan depan (sebagai voltmeter DC) b. Sistem hambatan pintas ( <i>shunt</i> ) (sebagai amperemeter DC). c. Sistem pengukur tegangan AC	6	a. Dapat mengukur arus, tegangan, dan hambatan b. Sensitivitas 10 K $\Omega$ /volt c. Shunt (100 mA sd 5 A) d. Depan (100 mV sd 50 V) e. Sistem AC ( 0 V sd 250V)
9	Dinamometer	6	Ketelitian 0,1 N/cm.

Alat ukur besaran fisika terkait erat dengan besaran yang hendak diukur dan satuan yang mengikutinya. Seperti telah diketahui bahwa kita sepakat menggunakan system satuan SI untuk menyatakan satuan dari besaran yang hendak diukur. Oleh karena itu penggunaan alat ukur fisis dalam laboratorium sains juga terikat dengan system yang dipakai.

Besaran pokok dan satuan SI yang sepakat digunakan seperti tertera di bawah ini adalah

Besaran pokok	Lambang besaran	Satuan pengukuran	Lambang satuan
Panjang	l (d)	Meter	m
Massa	m	Kilogram	kg
Waktu	t	Sekon	s
Suhu	T	Kelvin	K
Kuat arus	I	Ampere	A
Intensitas Cahaya	I	Candela	cd
Jumlah zat	n	Mole	mol

Untuk keperluan standarisasi satuan SI telah didefinisikan setiap satuan tersebut di bawah ini:

- Satu meter adalah 1.650.763,73 kali panjang gelombang krypton 85 dalam ruang hampa sama dengan transisi antara dua tingkat energy  $2p_{10}$  dan  $5d_5$ .
- Satu kilogram adalah satuan massa yang setara dengan massa satu liter air murni pada suhu 277,16 kelvin.
- Satu sekon adalah lama waktu 9.192.63.770 kali perioda radiasi yang dihasilkan oleh transisi antara dua tingkat energy super halus dalam keadaan dasar dari atom cesium 133.
- Satu Kelvin adalah satuan suhu termodinamika dan sama dengan  $1/273,16$  dari suhu titik tripel air murni.
- Satu ampere adalah kuat arus yang mengalir dalam dua penghantar sejajar yang jaraknya 1 meter akan memberikan gaya tarik atau gaya tolak sebesar  $2 \times 10^{-7}$  newton per meter dalam hampa.
- Satu kandela didefinisikan  $1/600.000$  intensitas cahaya pada arah tegak lurus yang dihasilkan oleh benda hitam seluas satu meter persegi yang bersuhu titik lebur platina pada tekanan 101325 paskal dan suhu ruang titik tripel air.
- Satu mol adalah kuantitas bahan dari system yang mempunyai sejumlah atom yang ada dalam 0,012 kg karbon 12.

Definisi di atas merupakan definisi terbaik yang telah disepakati dalam system SI. Secara berbeda definisi tersebut dapat pula dinyatakan dalam definisi-definisi lain dan dengan pendekatan-pendekatan yang berbeda. Kemudian untuk berbagai keperluan praktis para ahli membuat definisi-definisi ekuivalen atau menciptakan alat-alat standar yang ekuivalen agar orang/lembaga yang akan meniru atau melakukan kalibrasi tidak kesulitan. Alat-alat standar yang identik tersebut disimpan di Lembaga Besaran dan Satuan Sevres Perancis.

Untuk keperluan kepraktisan suatu Negara biasanya Negara juga memiliki alat ukur besaran standar, untuk Indonesia ada di Kantor Metrologi. Semua alat ukur yang ada dimasyarakat harus ditera ulang atau dikalibrasi terutama yang digunakan untuk

perdagangan. Demikian pula untuk laboratorium yang hasil pengukurannya diperuntukkan pada kepentingan umum, maka alat ukur yang dimiliki laboratoriumnya harus dilakukan kalibrasi agar hasil ukurnya sesuai dengan standar yang telah disepakati. Namun untuk laboratorium sekolah biasanya kalibrasi ini tidak mutlak diperlukan karena hasil-hasil pengukuran yang dilakukan di sekolah merupakan latihan pengukuran, bukan untuk kepentingan yang apabila salah membahayakan manusia atau kepentingan umum.

Kalibrasi sederhana dapat dilaksanakan di laboratorium sekolah dengan menentukan anggapan bahwa suatu alat ukur diyakini memiliki nilai skala yang akurat. Misalnya seperti alat pengukur besaran panjang, yang biasanya digunakan adalah mistar atau rol meter. Apabila dicermati secara teliti kadang-kadang suatu mistar buatan pabrik X panjangnya sedikit berbeda dengan panjang mistar buatan pabrik Y, walaupun perbedaan panjang tersebut hanya 1 mm. Penggunaan kedua mistar secara bersamaan pada umumnya masih dikatakan mempunyai panjang yang sama. Fisika memiliki cara-cara untuk “membenarkan” hasil ukur dari kedua mistar tersebut. Jika ingin dilakukan “kalibrasi” antar kedua mistar tersebut, biasanya mistar yang terbuat dari logam yang cukup tebal dapat dianggap sebagai alat ukur “standar”. Ciri-ciri mistar logam yang baik biasanya dicantumkan juga nilai suhu alat ukur memiliki skala terbaik.



Pembenaran ukuran atau harga skala yang hakiki atas kedua panjang mistar tersebut tentunya harus dilakukan terhadap mistar standar. Proses pencocokan mistar-mistar buatan suatu pabrik dengan mistar standar sering kita sebut dengan proses kalibrasi alat ukur. Namun demikian jika kita akan melakukan kalibrasi, kita dapat membandingkan harga skala masing-masing mistar tersebut dengan harga skala jangka sorong yang memiliki ketelitian yang tinggi, misalnya 0,05 mm. Biasanya jangka sorong dianggap memiliki harga skala yang mendekati atau memiliki kesalahan ukur yang terkecil diantara alat ukur besaran panjang yang lain, jika pengukurannya dilakukan pada suhu yang tertera pada jangka sorong atau pada umumnya

didefinisikan pada suhu 20° C. Pada hakekatnya semua alat ukur besaran fisis pada suatu periode tertentu harusnya dilakukan kalibrasi.

Pengguna alat ukur besaran fisis jarang sekali yang berpikir apakah skala pada alat ukur yang digunakan tersebut masih baik atau handal atau tidak. Keandalan atau reliabilitas alat ukur sesungguhnya perlu diperiksa dengan cara melakukan kalibrasi hasil ukur terhadap alat ukur standar. Namun pengguna pada umumnya tidak mau direpotkan pada masalah kalibrasi alat ukur tersebut. Pada umumnya pengguna masih percaya bahwa hasil ukurnya masih “benar”.

Alat ukur besaran fisis sebenarnya perlu dikalibrasi dalam periode tertentu. Karena alat yang digunakan terus menerus akan mengalami perubahan-perubahan. Perubahan tersebut dapat terjadi karena keausan alat, terdeformasi, atau alat mengalami “kelelahan” (*fatigue*).

Sebagai contoh mistar logam. Para siswa sering secara tidak sadar memukul-mukul mistar ke pinggir meja. Mereka tidak memahami bahwa saat terjadi benturan tersebut mistar logam mengalami deformasi (penyok) pada bagian tertentu. Hal ini akan berakibat, mungkin mistar melengkung atau mungkin memanjang, sehingga hasil ukurnya sedikit lebih pendek atau lebih panjang dari yang seharusnya. Namun hampir kesalahan pengukuran yang menggunakan mistar seperti ini masih dapat ditolerir.

## Macam-macam Alat Ukur dan Cara Kerjanya

### A. Alat Ukur Massa

#### 1. Nama : Neraca

Cara Kerja : Bacalah Skala yang ditunjukkan oleh anting (pemberat) pada masing-masing lengan neraca. Hasil pengukuran dinyatakan dengan persamaan :

$$\text{Hasil} = \text{Pembacaan skala pada lengan tengah} + \text{Pembacaan skala pada lengan Belakang} + \text{Pembacaan skala pada lengan depan.}$$



#### 2. Nama : Neraca Elektronik

Cara kerja : benda yang akan di ukur massanya di letakkan di atas timbangan dan nilainya langsung dibaca pada tampilan digital.



## B. Alat Ukur Waktu

### 1. Nama : stopwatch

- Cara Kerja: Tombol Start, Stop dan reset yang dipergunakan untuk memulai, menghentikan maupun mengulang pengukuran waktu.
- Skala dalam detik, skala ini disusun melingkar dibagian pinggir dengan jarak antar skala 0,2 detik.
- Jarum panjang, yang berfungsi sebagai penunjuk hasil pengukuran dalam detik.
- Skala dalam menit, skala ini disusun melingkar dengan jarak antar skala 1 menit.
- Jarum pendek, yang berfungsi sebagai penunjuk waktu dalam menit.



### 2. Nama : Jam Atom

Cara kerja: Maser untuk referensi frekwensi menggunakan ruang chamber berbinar berisi gas terionisasi, pada umumnya caesium, karena caesium adalah elemen yang digunakan di dalam definisi resmi detik internasional.

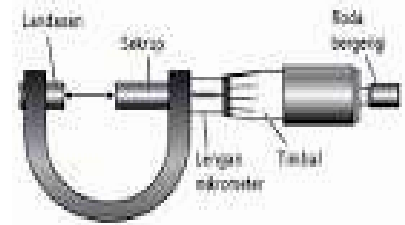
## C. Alat ukur panjang

### 1. Nama: Mikrometer Sekrup

Cara kerja:

- Putar bidal (pemutar besar) berlawanan arah jarum jam sehingga ruang antara rahang tetap dengan rahang geser cukup untuk menempatkan benda yang akan diukur.

- Letakkan benda yang akan diukur diantara rahang tetap dan rahang geser.
- Kemudian putar bidal (pemutar besar) searah jarum jam sehingga benda yang diukur terjepit oleh rahang tetap dan rahang geser.
- Putar pemutar kecil (roda bergerigi) searah jarum jam sehingga skala nonius pada pemutar besar tidak bergeser lagi.
- Baca hasil pengukuran yang diperoleh.



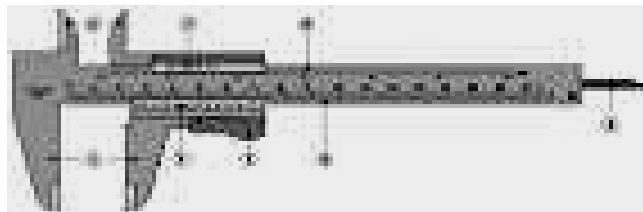
Untuk membaca hasil pengukuran menggunakan mikrometer skrup dapat dilakukan dengan langkah sebagai berikut : Tentukan nilai skala utama yang terdekat dengan selubung silinder (bidal) dari rahang geser (atau skala utama yang berada tepat didepan/berimpit dengan selubung silinder luar rahang geser) Tentukan nilai skala nonius yang berimpit dengan garis mendatar pada skala utama

Hasil pengukuran dinyatakan dengan persamaan :

$$\text{Hasil} = \text{Skala Utama} + (\text{skala nonius yang berimpit} \times \text{skala terkecil mikrometer sekrup}) = \text{Skala Utama} + (\text{skala nonius yang berimpit} \times 0,01 \text{ mm})$$

## 2. Nama : Jangka Sorong

Cara kerja : pengukuran dilakukan dengan menggeser-geser rahang sorong. Setelah memperoleh posisi yang sesuai, kemudian amati angka pada skala utama yang berdekatan dengan angka nol pada skala nonius. Kemudian perhatikan garis pada skala nonius yang berimpit dengan salah satu garis pada skala utama.



## 3. Nama : Mistar

Cara kerja : dalam membaca skala pada mistar, mata harus tegak lurus dengan skala yang akan di baca.





#### D. Alat Ukur Luas

##### 1. Nama : Planimeter

Cara Kerja : alat ini bekerja pada daerah/peta yang berbentuk area atau poligon tertutup. Perhitungan luas di mulai dengan menentukan titik awal, kemudian menggerakkan alat tersebut searah pada dengan jarum pada batas poligon sampai kembali ke titik awal, dan setelah itu dilakukan pembacaan.



#### E. Alat ukur suhu

##### 1. Nama : termometer

Cara kerja : Termometer bekerja berdasarkan perubahan kuantitas fisik, ketika temperaturnya berubah. Jadi bisa berdasarkan pemuaian (termometer air raksa), perubahan resistivitas, perubahan kuantitas listrik (termokpel), radiasi bahan ( termometer temperatur tinggi),



##### 2. Nama : Termometer maksimum minimum

Cara Kerja : Termometer ini memiliki dua skala yaitu skala maksimum pada pipa kanan dan skala minimum pada pipa kiri. Suhu akan di baca sesuai dengan ketinggian setiap kolom raksa. Pada setiap permukaan raksa terdapat penunjuk baja kecil yang dilengkapi dengan pegas ringan sebagai penahan.



## F. Alat ukur kecepatan

1. Nama : Speedometer

Cara kerja : perangkat pengukur kecepatan yang dihubungkan langsung dengan roda depan ataupun transmisi dengan menggunakan suatu kabel yang ikut berputar saat kendaraan bergerak, gerakan berputar ini kemudian diubah untuk menggerakkan jarum kecepatan.



## G. Alat ukur kelembaban

1. Nama : Hygrometer

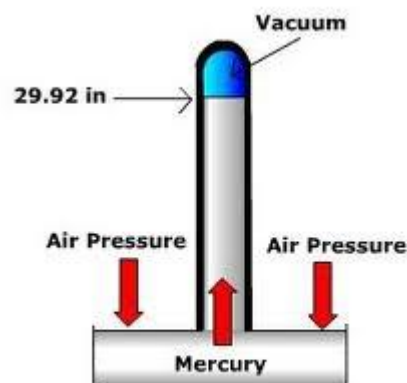
Cara Kerja : alat ini ditempatkan di dalam bekas (container) penyimpanan barang yang memerlukan tahap kelembaban yang terjaga seperti dry box penyimpanan kamera. Kelembaban yang rendah akan mencegah pertumbuhan jamur yang menjadi musuh pada peralatan tersebut.



## H. Alat ukur tekanan udara

1. Nama : barometer

Cara Kerja : Barometer umum digunakan dalam peramalan cuaca, dimana tekanan udara yang tinggi menandakan cuaca yang "bersahabat", sedangkan tekanan udara rendah menandakan kemungkinan badai



## Alat Ukur Cahaya

### 1. Nama : Photometer

Cara Kerja: mendeteksi cahaya dengan photoresisto, photodiodes, atau photomultipliers. Untuk menganalisis cahaya, photometer dapat mengukur cahaya setelah melewati penyaring atau melalui monokromator di tetapkan untuk penentuan.



## Alat Ukur Kepadatan

### 1. Nama : Pycnometer

Cara Kerja : gunakan Pycnometer bersih, kering, dan timbangan bobotnya (W). Masukkan sampel cairan ke dalam pycnometer. Atur suhu pycnometer yang telah di isi samel hingga  $17^{\circ}\text{C}$ - $19^{\circ}\text{C}$ . Tutup perlahan agar tidak terjadi gelembung. Buang kelebihan zat uji melalui bagian sisi tabung dan bersihkan bagian permulaannya. Lalu timbangan, lakukan pengukuran yang sama terhadap air. (W2)



## Kalibrasi Alat Ukur

Setiap alat ukur memiliki keterbatasan kekuatan dan kestabilannya. Perubahan skala ukur bisa terjadi karena banyak hal; karena perubahan temperatur, benturan, pemakaian yang melampaui batas kekuatan alat ukur, dan lain-lain. Karena itu, setiap

saat diperlukan upaya untuk mengembalikan kondisi alat pada kondisi stabilnya, yang disebut dengan kalibrasi.

Contoh kalibrasi, misalnya pada Neraca atau timbangan yang bekerjanya atas dasar kesetimbangan. Upaya melakukan kalibrasi neraca model ini adalah menseting agar neraca bekerja normal. Apabila neraca sudah bekerja normal dan tidak terdapat gangguan selama proses penimbangan, maka nilai terbaca penimbangan dapat dikatakan sesuai. Neraca pada umumnya dibagi menjadi dua bagian yang bekerja atas dasar momen gaya. Jika momen gaya bagian kiri (objek timbang) sama dengan bagian kanan (beban timbang), maka ukuran yang ditunjukkan oleh beban timbang sama dengan objek timbang. Kesalahan yang mungkin terjadi apabila beban timbangnya (100 gr dan 200 gr) sudah berkurang massanya atau pegas skala halus berubah bentuk sehingga terjadi perubahan elastisitas pegas, karena mungkin tergosok atau tergores oleh benda-benda kasar untuk beban timbang atau pegas terdeformasi.

Khusus untuk neraca OHAUS 310 terdapat peralatan pokok yaitu: dua lengan neraca berskala 100 gr dan 200 gr serta sebuah pegas spiral pengganti lengan berbentuk skala putar dengan kapasitas 10 gr (untuk "bagian kanan") dan cawan timbang yang diletakkan pada penyangga cawan timbang (untuk "bagian kiri").

Pada lengan kanan 100 gr terdapat beban geser yang setiap tingkat pergeseran terjadi penambahan 10 gr. Sedang pada lengan geser 200 gr terdapat beban geser yang setiap tingkat pergeseran terjadi penambahan 100 gr. Sedang pada knop/skala putar, terdapat per spiral yang sesuai dengan penambahan beban 10 gr, namun dapat diperhalus skalanya pada orde 0,1 gr setiap skala. Total kemampuan neraca ini adalah 310 gr.

Antara bagian kiri dan bagian kanan terdapat "pisau" sebagai titik tumpu penyeimbang. Pisau ini berbentuk segitiga dengan ujung tajam sebagai penumpu. Oleh karena itu, setelah menggunakan neraca tidak boleh lupa semua pengatur beban harus pada posisi nol. Dengan demikian pisau ini dapat dijaga keawetannya.

Apabila pisau tersebut terjadi deformasi maka neraca sulit dinolkan, walaupun sekrup pengenalnya yang berada diujung lengan bagian kiri sudah berada diposisi maksimum keluar atau diposisi maksimum masuk. Apabila terjadi demikian upaya untuk membuat nol adalah dengan mengurangi atau menambah beban yang ada di dalam penyangga cawan.

Untuk mengatur banyaknya beban dapat dilakukan dengan membuka penutup di sisi bawah. Namun harus hati-hati karena beban di dalamnya berupa butiran logam kecil atau bola peluru baja (gotri) untuk bantalan roda sepeda atau yang lain.

Cara Kerja proses kalibrasi pada alat:

1. Periksalah beberapa neraca OHAUS 310 atau yang lain untuk diperiksa kemantapan menunjukkan kesetimbangan, dengan cara posisikan semua pengatur beban pada posisi nol. Periksa apakah pada saat memposisikan pada

titik nol takikan beban sudah tepat terkait pada lengan neraca. Bila tidak terkait dengan baik proses pengaturan sulit dilakukan.

2. Apabila neraca tidak menunjukkan kesetimbangan usahakan pertama kali dengan memutar sekrup pengatur nol di ujung lengan kiri atau untuk neraca yang lain silahkan dicari letak alat pengatur nol tersebut. Usahakan sekrup pengatur nol tersebut bila terlepas tetap dapat berputar pada ulirnya dengan baik. Jika terasa tidak masuk ulir jangan dipaksa diputar, ulir dapat rusak.
3. Jika dengan melakukan pengaturan titik nol tersebut tidak berhasil, posisikan sekrup pengatur nol tersebut di tengah-tengah antara maksimum keluar dan maksimum ke dalam.
4. Berilah tekanan ke atas atau ke bawah pada penyangga cawan. Apabila dengan tekanan ke atas penunjuk nol pada posisi nol, berarti beban pada cawan harus dikurangi sedikit. Namun jika keadaan setimbang diperoleh dengan menekan cawan, berarti beban penyangga cawan harus ditambah dengan beban. Ingat cawan tempat objek timbang harus tetap berada di penyangga saat melakukan deteksi kesetimbangan.
5. Buka tutup beban pada penyangga cawan pada sisi bawah dengan membuka sekrup + dengan obeng yang tersedia. Untuk menambahkan beban dapat digunakan potongan kawat kecil-kecil yang tahan karat.
6. Setelah dilakukan pengurangan atau penambahan beban, lakukan proses pengaturan langkah 1 sampai 3, jika belum setimbang lakukan proses 4 dan 5 kembali dengan seksama.
7. Kemudian letakkan beban timbang yang sudah terukur atau terkalibrasi pada cawan lakukan penimbangan. Apabila penunjukkan nilai beban sama dengan beban timbang berarti neraca terkalibrasi.

Pada dasarnya untuk alat-alat ukur yang interaksi antara alat ukur dengan benda yang diukur itu minimal, kesalahan alat ukur karena fungsi pemakaian biasanya sangat kecil. Berbeda dengan alat-alat ukur yang hasil pengukurannya diperoleh dari interaksi antara alat ukur dan benda yang diukur. Misalnya thermometer. Hasil ukur yang diperoleh dari pengukuran suhu benda ukur merupakan penyerapan kalor dari benda ukur ke alat ukur. Apabila benda ukur merupakan zat cair yang membawa endapan tertentu, ada kemungkinan endapan tersebut menempel pada tandon raksa atau alcohol sehingga berakibat penyerapan kalor tidak maksimal. Selanjutnya penunjukkan hasil ukur tidak sesuai yang diharapkan. Untuk khusus seperti ini sebaiknya kalibrasi pada thermometer secara periodic dilakukan.



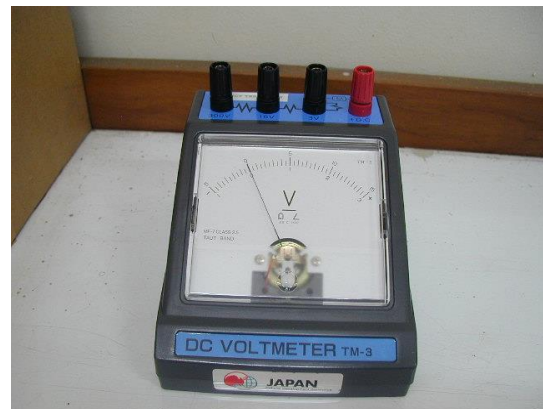
Permasalahannya kemana kita harus melakukan kalibrasi. Thermometer merupakan alat ukur yang sesungguhnya kita mudah untuk melakukan kalibrasi. Untuk melakukan kalibrasi sederhana kita memerlukan suhu es yang sedang mencair dan titik didih air murni pada tekanan 1 atmosfer. Kemudian kita lakukan pengukuran terhadap benda ukur dalam dua keadaan tersebut. Apabila zat cair yang memuai dalam thermometer masih berimpit pada skala nol sebagai suhu es yang sedang mencair maka thermometer berada dalam layak pada suhu nol. Demikian pula saat digunakan untuk mengukur air murni yang mendidih pada tekanan 1 atm pemuaian zat cair thermometer masih menunjuk skala 100C, berarti thermometer masih baik pada skala 100-nya. Kegiatan yang sulit pada kalibrasi ini adalah membuat tekanan di dalam ruang percobaan 1 atm.

Melakukan kalibrasi thermometer tersebut dapat pula dilakukan pada tekanan yang lebih rendah dari 1 atm. Persyaratannya apabila kita memiliki barometer yang representative. Seperti kita ketahui ada hubungan erat antara tekanan udara di suatu tempat dengan suhu air mendidih. Sehingga jika kita menggunakan ketentuan suhu air mendidih pada tekanan saat itu diketahui, maka melaksanakan kalibrasi thermometer tidaklah terlalu sulit. Walaupun untuk melakukan kalibrasi yang lebih teliti pembacaan tekanan barometer juga masih harus dikoreksi terhadap pemuaian kaca raksa barometer, percepatan gravitasi dan kadar kelembaban relative air pada saat itu.

Kalibrasi alat ukur waktu seperti *stopwatch* dapat dilakukan dengan menggunakan alat ukur waktu yang lain seperti standar waktu yang ada di komputer. Dapat pula komputer dihubungkan dengan standar waktu internasional, misalnya GMT (Greenwich Mean Time). Pekerjaannya adalah mencoba mencocokkan waktu yang ditunjukkan oleh alat kita dan waktu yang ditunjukkan oleh komputer untuk periode tertentu, misalnya 30 menit. Dari uji ini kita dapat memperoleh nilai kesalahan yang terdapat pada alat ukur waktu yang kita miliki. Terlalu cepat atau terlalu lambat dan kemudian diatur per pemulih ayunan roda gila *stopwatch* pada kendali penggerak sekon ke arah “+” atau ke arah “-“. Untuk mengatur alat ini kita harus membuka tutup bagian

belakang dari *stopwatch*, tentunya ini bukan pekerjaan yang mudah untuk *stopwatch* analog dan memutar pengatur *timer* sekon atau seper puluh sekon pada *stopwatch* digital.

Alat ukur listrik bekerja atas dasar interaksi alat ukur dan benda ukur. Alat ukur yang dimiliki oleh sekolah pada prinsipnya adalah sebuah galvanometer d'Arsonval yang dilengkapi dengan hambatan depan untuk mengukur tegangan listrik, diberikan hambatan penyimpang untuk mengukur arus listrik, dan peralatan penyearah untuk mengukur tegangan AC.



Jadi yang perlu diperhatikan adalah galvanometer jangan sampai rusak. Pada umumnya galvanometer merupakan alat pengukur arus yang sangat peka. Arus maksimum yang boleh masuk pada galvanometer sudah tertulis pada bagian muka (skala), misalnya 50  $\mu$ A. berarti tanpa mendapat tambahan peralatan lain galvanometer hanya diijinkan untuk arus maksimum 50  $\mu$ A. Galvanometer tersebut dengan tambahan asesoris tertentu dapat ditingkatkan fungsinya sebagai amperemeter DC dengan batas ukur yang lebih besar dari batas ukur semula, misalnya 5 A, atau juga sebagai voltmeter DC dengan batas ukur 50 V.

Masalahnya bagaimana melakukan kalibrasi pada alat ukur listrik tersebut. Apa saja yang menjadi persoalan di dalam menggunakan alat ukur listrik. Pada umumnya

penggunaan alat ukur listrik terdapat ketidak sesuaian yang disebabkan karena system yang diukur tidak sesuai dengan alat ukur sehingga terkesan kesalahan terdapat pada alat ukur. Kalibrasi yang paling mudah adalah mengatur posisi jarum penyimpang yang tidak berada di titik nol. Alat pengaturnya ada dipangkal jarum penunjuk, biasanya sebagai sekrop "-". Dengan memutar perlahan sekrop tersebut dapat dilihat jarum penunjuk bergeser dari posisi semula. Posisi terbaik dari jarum alat ukur listrik sebaiknya ada di titik nol. Baik untuk titik nol yang ada di kiri skala, atau titik nol yang ada di tengah-tengah skala.

Oleh karena itu ada beberapa informasi yang perlu diperoleh sebelum menggunakannya. Misalnya hambatan dalam system yang akan diukur jauh lebih besar dengan hambatan dalam alat ukurnya. Keadaan ini menyebabkan jarum penunjuk tidak bergerak, walaupun diperkirakan tegangan yang akan diukur dalam jangkauan alat ukur. Misalkan sudah diketahui bahwa suatu sumber tegangan 6 volt dengan hambatan dalam 100 K $\Omega$  akan diukur dengan voltmeter yang batas ukurnya 10 volt dengan hambatan dalam voltmeter 20 K $\Omega$ . maka hasil ukurnya adalah 1 volt. Bagi yang tidak memahami akan langsung menyatakan bahwa voltmeternya rusak. Namun bagi yang memahami proses pengukuran dengan voltmeter akan mengatakan voltmeternya baik-baik saja.

Bagi yang memahami bahwa hasil ukur dengan voltmeter itu tergantung juga dengan hambatan dalam yang akan diukur dan hambatan dalam voltmeter, tidak akan memberikan penilaian yang jelek bagi voltmeternya. Kita dapat menguji bahwa apabila hambatan dalam system yang akan diukur, misalnya 1 k $\Omega$  hasil ukurnya akan menunjukkan kira-kira 5,70 volt. Apalagi jika hambatan dalam sumber tegangan yang akan diukur sangat kecil sekali, maka pembacaan voltmeter kira-kira sama dengan 6 volt.

### **Tabung reaksi, durham & petridish**

- Untuk mereaksikan zat-zat kimia dalam jumlah sedikit
- Untuk tempat media pertumbuhan mikroba (media tegak/miring)
- Tabung reaksi dapat diisi media padat maupun cair.
- Tutup tabung reaksi dapat berupa kapas, tutup metal, tutup plastik atau aluminium foil.



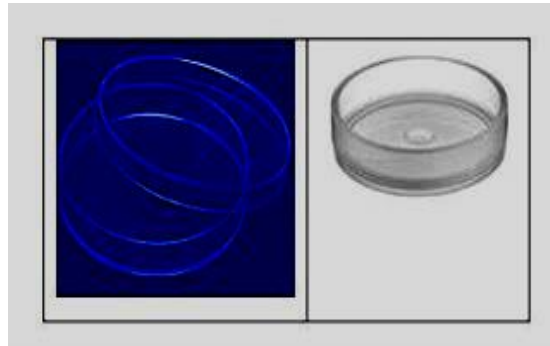
### **Tabung Durham**

- Mirip dengan tabung reaksi, ukurannya lebih kecil



- Fungsi untuk menampung/menjebak gas yang terbentuk akibat metabolisme pada bakteri yang diujikan.
- Penempatannya terbalik dalam tabung reaksi dan harus terendam sempurna dalam media (jangan sampai ada sisa udara).

### Petri dish



### Jarum Ose



- Jarum inokulum biasanya terbuat dari kawat nichrome atau platinum sehingga dapat berpijar jika terkena panas.
- Bentuk ujung jarum dapat berbentuk lingkaran (*loop*) dan disebut ose atau *inoculating loop/transfer loop*, dan yang berbentuk lurus disebut *inoculating needle/Transfer needle*

### Batang penyebar

- Bentuknya segitiga kecil.
- Untuk menyebarkan biakan bakteri yang terdapat pada wadah pembiakan



## Penutup

Sebagai penutup, pada dasarnya mengenal dan memahami penggunaan alat ukur adalah mencoba diawali membaca buku petunjuk dengan seksama dan kemudian berlatih dengan alat tersebut berulang-ulang sampai mahir. Berlatih merupakan kata kunci untuk membangun profesionalitas dan kompetensi dalam menguasai suatu keterampilan. Apabila penguasaan terhadap suatu keterampilan sudah sampai taraf kompeten, pengembangan berikutnya dapat berlatih bagaimana mempelajari mekanisme kerja interior alat. Kemudian tidak kalah pentingnya adalah merawat alat setelah digunakan. Seperti pepatah mengatakan bahwa *tak kenal maka tak sayang*.

## PUSTAKA

Melville B Stout, 1985, *Basic Electrical Measurements, 2<sup>nd</sup> ed.*, New Delhi: Prentice-Hall of India

Michel Sayer & Abhai Mansingh, 2000, *Measurement, Instrumentation and Experiment Design in Physics and Engineering*, New Delhi: Prentice-Hall of India.

Reka Rio & Masamori Iida, 1980, *Fisika dan Teknologi Semikonduktor*, Tokyo: Association for International Technical Promotion.

Slamet, M.T., 1987, "Pengantar Praktikum Fisika Dasar", *Diktat*, Yogyakarta: Jurdik Fisika FPMIPA IKIP Yogyakarta

Youden, W.J., 1962, *A Visitas of Science Book 2: "Experimentation and Measurement"*, 2<sup>nd</sup> print., Washington DC: National Science Teachers Association (NSTA).

## TUGAS DISKUSI

(Buatlah kelompok dengan masing masing kelompok beranggotakan 4-5 orang)

1. Diskusikan cara melakukan kalibrasi dari beberapa alat ukur di bawah ini!
  - a. Thermometer

Penjelasan hasil diskusi

1) Identifikasi penyebab ketidak tepatan pengukuran

2) Jelaskan cara melakukan kalibrasinya

b. Jangka sorong atau micrometer skrup

Penjelasan hasil diskusi

1) Identifikasi penyebab ketidak tepatan pengukuran

2) Jelaskan cara melakukan kalibrasinya

c. Voltmeter atau Ampere Meter

Penjelasan hasil diskusi

1) Identifikasi penyebab ketidak tepatan pengukuran

2) Jelaskan cara melakukan kalibrasinya

**TUGAS PRAKTEK**

(Buatlah kelompok dengan masing masing kelompok beranggotakan 4-5 orang)

1. Gunakan mikrometer skrup dan jangka sorong untuk mengukur diameter koin dan tebal koin serta diameter luar dan dalam dari sebuah gelas!
2. Mengukur hambatan listrik dari macam-macam lampu pijar yang memiliki daya yang berbeda! (10 watt, 15 watt, dan 25 watt, dll)
3. Gunakan alat ukur volt meter dan ampere meter untuk melaksanakan percobaan hukum Ohm!

(hasil kerja ditulis secara individu dan dikumpulkan)

