

ALAT UKUR BESARAN FISIS DAN SISTEM KALIBERASINYA

Zuhdan K. Prasetyo
Vinta A. Tiarani

Disajikan untuk Workshop Koordinator Laboratorium IPA
bagi Guru-guru SMP se Jateng
di Lab MIPA UNY pada 5 Nopember 2011

PENDAHULUAN

Pengukuran adalah proses kuantitasi suatu obyek, fakta, konsep, dll dalam sains yang dapat menunjukkan karakteristik, kualitas, atau fitur hal-hal tersebut. Dalam sains sesuatu yang dapat diukur disebut besaran (fisika). Di alam raya ini jumlah sesuatu yang dapat diukur dapat berkembang terus sesuai dengan kemajuan sains dan teknologi. Hingga saat ini telah banyak sesuatu yang dapat diukur, dengan kata lain telah banyak besaran. Beberapa besaran tersebut dikelompokkan ke dalam tujuh besaran pokok, turunan (yang jumlahnya banyak) dan dua tambahan.

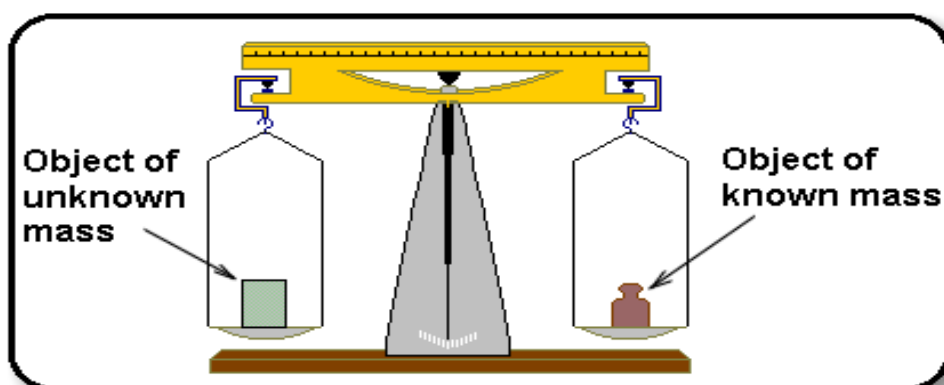
Sebagai suatu besaran, maka berbagai pertanyaan muncul, misalnya: (1) Apa alat ukurnya?, (2) Seperti apa bentuk/wujud alat ukurnya?, (3) Bagaimana cara mengukurnya?, (4) Apa standar ukurnya, (5) Bagaimana hasil ukur dan standarnya?, dan sebagainya. Beberapa pertanyaan ini yang akan didiskusikan dalam makalah ini.

PENGUKURAN DAN KALIBERASI BESARAN FISIKA

A. Pengukuran

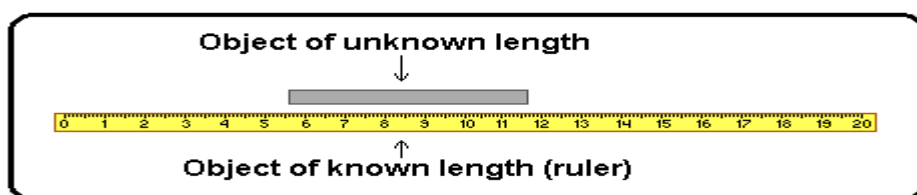
Tidak dapat dibayangkan ketika dalam keseharian dalam peradaban kita kali ini tidak ada standar pengukuran, misalnya massa, waktu, panjang, dll. Tanpa sistem satuan pengukuran banyak yang dapat diterima/diakomodasi keberadaannya maka tidak akan ada peradaban ini. Para ilmuwan mengidentifikasi besaran-besaran yang mendeskripsikan alam. Dalam menentukan berapa banyak besaran utama diberikan pada obyek, misalnya, **massa**, hal ini perlu membandingkan obyek tersebut dengan massa obyek lain yang telah diketahui ukuran massanya, didefinisikan sebagai standar yang ditetapkan.

Instrumen yang digunakan untuk membandingkan massa obyek tersebut dengan massa obyek terstandar disebut neraca/timbangan, seperti terlihat di bawah ini.



Gambar1. Neraca Lengan Pengukur Massa

Suatu besaran fisika dapat didefinisikan sebagai aktivitas-aktivitas yang diperlukan untuk mengukur obyek. Sebagai contoh, panjang suatu obyek dapat ditentukan dengan membandingkannya dengan sebuah obyek yang telah diketahui panjangnya, seperti penggaris pada gambar di bawah ini.



Gambar2. Penggaris Pengukur Panjang

(www.physichem.coza/Basic skills/Unitshtm).

Suatu satuan adalah suatu bentuk standar untuk besaran fisika tertentu dari suatu besaran fisika yang dibandingkan. Pelaksanaan perbandingan besaran fisika dengan suatu satuan disebut pengukuran dan mengukur suatu besaran fisika tertentu adalah membandingkan antara besaran fisika dan satuan.

$$\text{mengukur} = \frac{\text{besaran fisika}}{\text{satuan}}$$

atau

$$\text{besaran fisika} = \text{mengukur} \times \text{satuan}$$

Mengukur mendapatkan nilai angka. Ketika kita menghitung, kita memanipulasi ukuran, bukan besaran fisika. Dengan demikian, besaran panjang (panjang) sama dengan nilai ukur panjang kali satuan panjang.

Besaran Pokok, Besaran Turunan dan Satuan-satuannya

Telah dikemukakan di muka, bahwa besaran-besaran dikelompokkan ke dalam tujuh besaran pokok, turunan, dan tambahan. Besaran-besaran fisika terkait satu dengan lainnya melalui persamaan matematika, misalnya:

$$\text{kecepatan} = \frac{\text{perpindahan}}{\text{waktu}}$$

Satuan Besaran Pokok

Beberapa besaran fisika dipilih menjadi besaran pokok. Besaran lainnya diperoleh dari besaran pokok ini dengan menggunakan hubungan aljabar yang tepat dan disebut besaran turunan.

Melalui perjanjian internasional berikut ini adalah ketujuh besaran yang dipilih secara dimensional terikat sebagai besaran pokok (Sutanto, 1983: 78):

Tabel 1. Satuan Besaran Pokok dan Standar Ukuran

Besaran Fisika	Simbol Besaran	Nama Satuan	Simbol Satuan	Definisi standar ukuran
panjang	l	<u>meter</u>	m	meter adalah 1 650 763, 73 kali panjang gelombang radiasi atom Krypton 86 yang bertransisi antara tingkatan 2p ₁₀ dan 5d ₅ dalam vakum
massa	M	<u>kilogram</u>	kg	kilogram adalah massa prototip kilogram internasional (silinder <i>platinum-iridium</i>) disimpan di Se'vres Perancis
waktu	T	<u>sekon</u>	s	sekon, 9 192 631 770 kali waktu getar radiasi dalam transisi antara dua tingkatan sangat halus dari tingkatan dasar atom <i>caesium-133</i>
arus listrik	I	<u>ampere</u>	A	amper adalah arus listrik konstan yang menghasilkan gaya sebesar 2×10^{-7} newton per meter satu terhadap yang lain, jika dialirkan melalui dua buah konduktor lurus sejajar yang panjangnya tak terhingga, dengan luas penampang yang dapat diabaikan serta berjarak pisah 1 meter dalam vakum
suhu termo	T	<u>kelvin</u>	K	kelvin adalah 1/273, 16 bagian dari suhu termodinamika titik tripel air
intensity cahaya	I _v	<u>candela</u>	cd	candela adalah intensitas cahaya dalam arah tegak lurus permukaan benda hitam seluas 1/600 000 <i>meter</i> ² , yang berada pada suhu beku Platina pada tekanan 101 325 newton/ <i>meter</i> ²
jumlah zat	n	<u>mole</u>	mol	Mola adalah sejumlah zat suatu sistem sedemikian rupa sehingga mengandung unsur-unsur elementer sebanyak jumlah atom yang ada dalam 0,012 kilogram Karbon 12

Satuan Besaran Turunan dan Tambahan

Semua satuan SI yang bukan satuan besaran pokok adalah kombinasi satuan besaran pokok. Beberapa contoh besaran turunan dan besaran tambahan disajikan pada tabel -2 dan -3 di bawah ini.

Tabel 2. Satuan Besaran Turunan

Besaran Fisika	Simbol Besaran	Nama Satuan	Simbol Satuan
volume	V	<u>meter kubik</u>	<i>m</i> ³
massa jenis	ρ	<u>kilogram per meter kubik</u>	kg <i>m</i> ⁻³
kelajuan	v	<u>meter per sekon</u>	<i>m</i> s ⁻¹
konsentrasi	K	<u>mola per meter kubik</u>	mol <i>m</i> ⁻³

Tabel 3. Satuan Besaran Tambahan

Besaran Fisika	Simbol Besaran	Nama Satuan	Simbol Satuan
Sudut datar	α	<u>radian</u>	rad
Sudut ruang	ϕ	<u>steradian</u>	sr

Awalan Satuan

Kelipatan satuan dalam SI dibentuk dengan menambahkan awalan pada nama satuannya. Awalan mengubah nilai angka satuan dengan bilangan eksponensial yang kebanyakan kelipatan sepuluh pangkat tiga. Beberapa awalan dituliskan di bawah ini.

Kaliberasi dan Satuan

SI menggunakan tujuh satuan pokok, yaitu panjang, massa, waktu, suhu, jumlah zat, arus listrik, dan intensitas cahaya (www.answers.com/topic/measurement). Empat parameter pertama adalah bagian yang dijumpai penggunaannya dalam keseharian, sedangkan tiga parameter terakhir hanya penting bagi para ilmuwan. “Jumlah zat” adalah jumlah partikel dasar pada suatu zat. Zat ini diukur melalui mola.

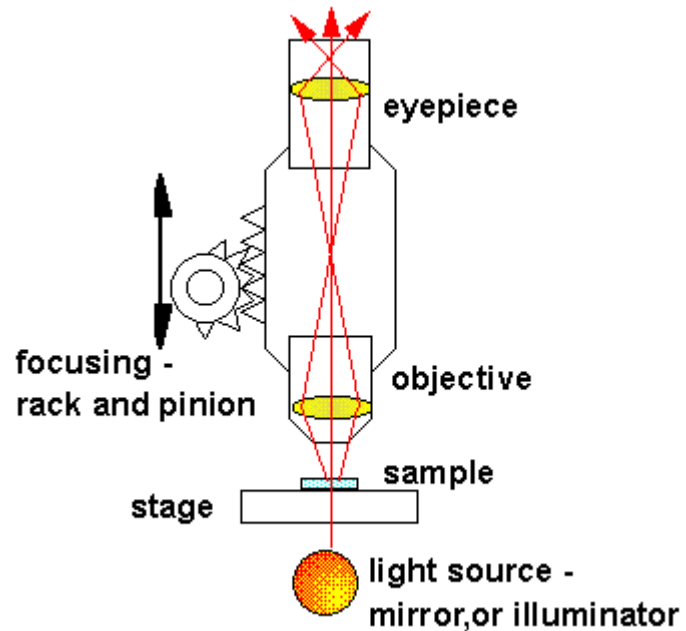
Kaliberasi adalah proses pemeriksaan dan perbaikan hasil perolehan dari instrumen atau alat-alat pengukuran terhadap standar ukuran yang ditentukan. Dengan demikian, mengacu pada gambar-1 di atas, maka ketika kita melakukan kaliberasi neraca lengan adalah memeriksa apakah hasil ukur yang ditampilkan dari pengukuran massa dengan neraca lengan itu hasilnya sesuai standar massa yang ditetapkan pada tabel-1, yaitu 1kg benda yang diukur dengan neraca lengan hasilnya sama dengan 1kg selinder Platinum Iridium yang disimpan di Sevres Perancis. Jika tidak demikian hasil pengukuran itu, maka perlu dilakukan perbaikan pada neraca lengan tersebut. Proses inilah yang disebut kalibrasi.

Dalam setiap melakukan pengukuran, selalu terdapat tingkat ketidakpastian. Yaitu, ketika standar kaliberasi (seperti disebutkan di atas) sangat tinggi, dan instrumen pengukuran telah dikaliberasi, maka tingkat ketidakpastian hasil pengukuran akan sangat kecil. Oleh karena itu, dengan adanya berbagai tingkat ketidakpastian, dan berdasarkan alasan ini, para ilmuwan menggunakan angka penting (significant figures) (Serway, 1990) – yaitu nilai angka yang berpengaruh dalam pengukuran.

Anggap pengukuran massa zat pada skala diketahui tepat 10^{-5} kg. Hasil ini sama dengan 1/100 000 kilo, atau 1/100 gram, skala ini tepat untuk tempat kelima pada desimal. Anggap, kemudian, benda diletakkan pada skala, dan terbaca 2, 132 836 97 kg. Semua nilai angka di depan 6 adalah angka penting, karena angka-angka itu diperoleh dengan ketidakpastian. Dengan kata lain, angka 6 dan nilai angka yang mengikutinya bukan angka penting karena skala ketepatannya di luar 10^{-5} kg.

Mikroskop Cahaya

Mikroskop merupakan alat yang dapat memperbesar gambar suatu objek. Para ahli Biologi menggunakan mikroskop untuk mempelajari objek yang terlalu kecil untuk dilihat oleh mata tanpa alat bantu. Mikroskop yang paling umum digunakan di sekolah menengah adalah mikroskop cahaya. Mikroskop ini menggunakan lensa untuk membiaskan cahaya.



Objek yang teramati:

Karena cahaya dari objek menyilang sebelum mencapai mata kita, gambar yang terbentuk akan tampak terbalik.

Lensa: menggunakan dua macam lensa untuk memperbesar gambar objek, yaitu lensa objektif dan lensa okular.

Perbesaran: peningkatan ukuran gambar objek dari aslinya. Apabila lensa okular memperbesar 10X dan lensa objektif memperbesar 40X, perbesaran totalnya adalah 400X.

Resolusi: kekuatan untuk menampilkan objek secara jelas. Resolusi ditentukan oleh kualitas lensa yang digunakan – semakin baik lensa, semakin baik pula resolusinya.

Bagian dasar mikroskop:

- **Okular:** biasanya digunakan lensa dengan perbesaran 10X.
- **Lengan:** terdapat pengatur fokus kasar dan halus serta menyambungkan antara dasar mikroskop, bagian lensa objektif, dengan bagian lensa ocular.
- **Nosepiece:** bagian yang dapat berotasi tempat lensa objektif. Lensa yang digunakan harus "click" pada posisinya.
- **Objektif:** pada dasarnya digunakan tiga lensa objektif - 4X, 10X, and 40X.
- **Meja:** Tempat preparat diletakkan.
- **Pengatur fokus kasar:** bagian yang besar, terletak pada kedua sisi lengan dan di atas dasar. Pengatur ini digunakan untuk memfokuskan gambar objek secara kasar dengan cara menaikkan atau menurunkan lensa. *Jangan gunakan pengatur ini ketika menggunakan lensa objektif dengan perbesaran 40X.*

- **Pengatur fokus halus:** bagian yang kecil, terletak pada kedua sisi lengan dan di atas dasar. Pengatur ini digunakan untuk memfokuskan gambar objek secara halus. Pengatur ini terbatas gerakannya dan hanya efektif digunakan setelah memfokuskan perbesaran lensa objektif 4X dengan pengatur fokus kasar.
- **Sumber cahaya:** terdapat tepat di bawah meja preparat.
- **Diafragma:** terdapat di bagian bawah meja preparat dan berfungsi mengatur banyak sedikitnya cahaya masuk.

Perawatan:

Mikroskop merupakan instrumen yang kompleks dan harus diperhatikan perawatannya.

- Gunakan dua tangan ketika membawa mikroskop. Gunakan satu tangan untuk memegang lengan dan tangan satunya untuk menopang dasar.
- Bawa mikroskop di depan dan dekat dengan badan kita.
- Letakkan mikroskop pada meja yang datar dan di tengah, tidak terlalu pinggir.
- Apabila perlu membersihkan lensa, gunakan pembersih lensa. Pembersih lain dapat menggores lensa.

Pesiapan preparat:

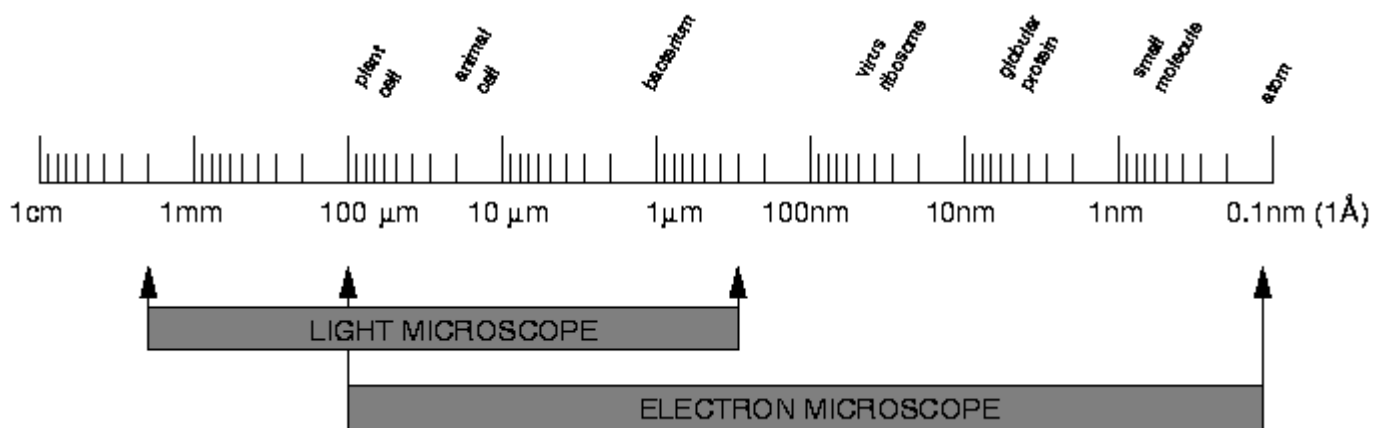
- Secara garis besar, cahaya harus menembus objek supaya dapat diamati dengan mikroskop. Oleh karena itu, objek harus setipis mungkin. Objek yang tebal harus diiris tipis supaya dapat diamati.
- Banyak objek tidak berwarna. Objek tersebut **sukar diamati detailnya**. Untuk mengatasi hal ini, objek tersebut **diwarnai (Staining)**.
- **Membuat preparat:**
 - Siapkan kaca objek bersih di meja.
 - Untuk sampel yang berwujud cairan, teteskan satu atau dua tetes cairan di tengah kaca objek. Untuk sample yang berwujud solid, tempatkan sample di tengah kaca objek dan tambahkan satu tetes air atau pewarna.
 - Siapkan kaca penutup. Jangan sampai sidik jari menempel di kaca penutup tersebut. Tutup sampel dari satu sisi ke sisi yang lain. Cairan harus tersebar ke seluruh area kaca penutup tersebut.
 - Jangan gunakan kaca objek tanpa penutup. Hal tersebut dimaksudkan untuk melindungi lensa objektif dari cairan dari kaca objek.
 - Kecuali untuk kepentingan lain, biasanya kaca objek dan penutupnya dibersihkan dari sampel menggunakan tissue ketika pengamatan telah selesai. Buang tissue dan sampel ke sampah. Kembalikan kaca objek dan penutupnya ke wadahnya dalam keadaan bersih.

Mikroskop Elektron

Mikroskop cahaya hanya terbatas sampai perbesaran maksimal 2000X. Tipe mikroskop lain adalah **mikroskop elektron** yang menggunakan pancaran elektron sebagai pengganti cahaya dan magnet sebagai pengganti lensa. *Karena melibatkan partikel berenergi tinggi, mikroskop ini tidak dapat digunakan untuk mengamati spesimen yang hidup.*

Terdapat dua tipe mikroskop elektron:

- **Transmission electron microscope - TEM:** mentransmisikan pancaran elektron melalui spesimen super tipis. TEM dapat memperbesar gambar objek sampai 1 juta kali.
- **Scanning electron microscope - SEM:** spesimen tidak diiris. Permukaan spesimen disemprot dengan sejenis logam dan pancaran elektron dari logam tersebut diprojsikan ke suatu layar. SEMs dapat memperbesar objek sampai sekitar 300,000 kali.



KESIMPULAN

1. Sebagai suatu besaran, maka besaran turunan dan tambahan diukur dengan instrumen yang digunakan dari instrumen pengukuran besaran pokok.
2. Bentuk alat ukur dari ketujuh besaran pokok tersebut, terdapat empat besaran yang sehari-hari dapat dengan mudah kita jumpai, yaitu: panjang dengan penggaris, massa dengan neraca lengan, suhu dengan termometer, waktu dengan pemindai waktu (jam tangan, dll).
3. Cara pengukurannya pun telah ditentukan sesuai dengan fungsi masing-masing peralatan tersebut, misalnya neraca lengan sesuai dengan cara kerjanya, maka neraca lengan bukan untuk mengukur berat (gaya berat gravitasi "Bumi"), tetapi untuk mengukur massa benda.
4. Standar ukur dari masing-masing besaran ditentukan dari ketujuh besaran yang ditentukan sebagai besaran pokok.

5. Permasalahan hasil ukur dan standar pengukuran diperiksa dan diperbaiki jika tidak sesuai dengan standar pengukuran yang ditentukan. Pekerjaan memeriksa dan memperbaiki hasil ukur dengan ukuran standar yang telah ditentukan inilah disebut kalibrasi.



DAFTAR PUSTAKA

Serway, Ramond A. 1990. *Physics for Scientists & Engineers*. Tokyo: Saunders Golden SS

Sutanto. 1983. *Himpunan Satuan dan Koversinya*. Jakarta: Bhratara

www.answers.com/topic/measurement. Diunduh 27 Oktber 2011

[www.physichem.coza/Basic skills/Unitshtm](http://www.physichem.coza/Basic%20skills/Unitshtm). Diunduh 27 Oktber 2011