

BAB 1

Besaran dan Satuan

Kursiguru.com

Standar Kompetensi

1. Menerapkan konsep besaran fisika dan pengukurannya

Kompetensi Dasar

1.1. Mengukur besaran fisika (massa, panjang, dan waktu)



Pendahuluan



Berapa banyak aspek-aspek fisika yang dapat Anda lihat dalam gambar di samping ?

Fisika adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari gejala-gejala alam & interaksi gejala-gejala tersebut, baik makro (gerak mobil, planet) maupun gejala mikro (atom). Teknologi modern, seperti elektronika, transportasi, komunikasi dan informasi memerlukan penguasaan fisika sebagai tulang punggungnya. Bidang kajian fisika meliputi gerak, fluida, kalor, bunyi, cahaya, listrik, magnet dan topik modern seperti relativitas, atom, zat padat, nuklir dan astrofisika.



Sains dan Kreativitas

Fisika, seperti bidang sains lain, merupakan upaya kreatif bukan sekedar kumpulan fakta. Salah satu aspek terpenting sains adalah *pengamatan (observation)* terhadap peristiwa. Pengamatan akan menumbuhkan imajinasi. Teori tidak pernah diturunkan secara langsung dari pengamatan. Teori merupakan inspirasi yang hadir dalam pikiran manusia. Sains memerlukan pengujian terhadap teori-teorinya untuk melihat bahwa prediksinya didukung oleh eksperimen. Namun pengujian tidak pernah tuntas karena, pertama tidak ada instrumen pengukur yang sempurna, sehingga suatu konfirmasi eksak tidaklah mungkin. Selanjutnya, tidak mungkin menguji teori dalam setiap lingkungan yang mungkin, satu persatu. Jadi sebuah teori tidak mungkin teruji secara mutlak. Dari sinilah cikal bakal bertaburannya teori-teori lain yang saling menyempurnakan dan terus tidak akan pernah sempurna karena sesuatu yang sempurna adalah milik Robb semesta alam.

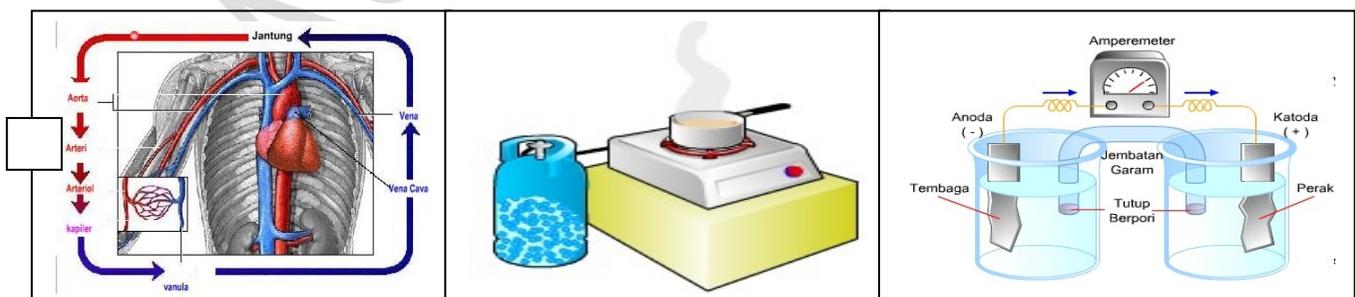


Pertanyaan 1

1. Diskusikan perbedaan antara sains dan teknologi !
2. Sains dituntut bertanggung jawab atas kerusakan alam, sedangkan ilmuwan berkilah bahwa teknologilah biang kerusakan alam. Diskusikan !



Fisika dan Interaksinya dengan Bidang lain



Fisika adalah satu diantara cabang-cabang ilmu yang digunakan untuk menyibak beragam fenomena ciptaan Allah, karenanya tidaklah mengherankan apabila perkembangan fisika telah mempengaruhi dan dipengaruhi oleh bidang-bidang lain. Gejala kelistrikan yang membawa ke penemuan baterai listrik dan arus listrik dilakukan oleh seorang ahli fisiologi, Luigi Galvani (1737-1798), dengan mengamati sentakan kaki-kaki katak karena adanya percikan listrik dan kemudian otot-otot katak tersentak bila kontak dengan dua jenis logam yang berbeda, peristiwa ini dikenal sebagai animal electricity.

Anda tidak perlu menjadi ilmuwan peneliti, misalnya dalam kedokteran atau biologi molekuler, hanya untuk menggunakan fisika dalam pekerjaan Anda. Seorang ahli zoology dapat menemukan manfaatnya untuk mengetahui bagaimana anjing praire (padang rumput) dan binatang lain dapat hidup di dalam tanah tanpa mati lemas. Seorang ahli botani dapat berfikir

bagaimana air dapat mencapai ujung daun. Seorang ahli terapi jasmani akan mengerjakan pekerjaan yang lebih efektif jika mengetahui prinsip pengungkit, pusat gravitasi dan gaya-gaya di dalam tubuh manusia.

Pertanyaan II

1. Sebut serta jelaskan contoh peran fisika terhadap bidang lain yang sehari-hari dapat Anda saksikan!
2. Bagaimana peran fisika terhadap lingkungan sosial dan masyarakat?



Mengukur dan Membilang

Kita mungkin bertanya, dengan cara bagaimana besar sebuah gaya pada sebuah benda mempengaruhi laju benda tersebut? Atau berapa besar tekanan udara dalam ban akan berubah jika temperatur berubah? Para ilmuwan biasanya mencoba mengungkap hubungan tersebut secara kuantitatif, dalam bentuk persamaan yang simbol-simbolnya menyatakan besaran yang terlibat. Untuk menentukan atau mempertegas hubungan tersebut, pengukuran eksperimental yang teliti diperlukan, meskipun pemikiran kreatif juga memainkan peranan.

Mengukur adalah membandingkan sesuatu dengan sesuatu lain yang sejenis yang ditetapkan sebagai satuan

Contoh : panjang meja = 6 x panjang pensil (panjang = besaran ; pensil = satuan)

Membilang adalah menghitung jumlah suatu benda tanpa alat ukur

Contoh : jumlah ruang kelas X ada 9 kelas



Besaran

Besaran Fisis adalah sesuatu yang dapat diukur dan dinyatakan dengan angka.

Umumnya besaran memiliki satuan, besaran yang tidak punya satuan diantaranya: index bias cahaya dan massa jenis relatif.

❖ **Besaran pokok** adalah besaran yang satuannya telah didefinisikan dan tidak tergantung pada satuan besaran lain.

Dalam Sistem Internasional (SI) terdapat : 7 buah besaran dasar berdimensi dan 2 buah tambahan yang tidak berdimensi.

No.	BESARAN DASAR	Satuan	Lambang	Dimensi
1	Panjang	meter	m	[L]
2	Massa	kilogram	kg	[M]
3	waktu	sekon	s	[T]
4	Arus listrik	ampere	A	[I]
5	Suhu termodinamika	kelvin	K	[θ]
6	Jumlah zat	mole	mol	[N]
7	Intensitas cahaya	kandela	cd	[J]

No.	BESARAN TAMBAHAN	Satuan	Lambang	Dimensi
1	Sudut datar	radian	rad	
2	Sudut ruang	steradian	sr	

Berikut ini akan dipaparkan pendefinisian satuan ketujuh besaran dasar di atas.

1. Panjang

Satu meter adalah jarak yang ditempuh cahaya (dalam vakum) selama $\frac{1}{3 \times 10^8}$ sekon.

atau

Satu meter adalah 1.650.763,73 kali panjang gelombang cahaya oranye yang dipancarkan isotop Kr- 86.[©]

Alat ukur panjang : mistar, jangka sorong, mikrometer sekrup, rollmeter, radar.

2. Massa

Massa suatu benda adalah banyaknya zat yang dikandung oleh benda itu.

Satu kilogram adalah massa 1 liter air murni pada suhu 4°C.

atau

Satu kilogram adalah massa sebuah silinder platina iridium yang aslinya disimpan di Biro Internasional tentang berat dan ukuran di Sevres, Perancis.

Alat ukur massa : Neraca tiga lengan, Neraca sama lengan, Neraca pegas.

3. Waktu

Satu sekon adalah waktu yang diperlukan atom Cesium-133 untuk bergetar

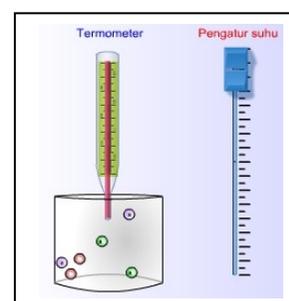
9.192.631.770 kali dalam transisi antara 2 tingkat energi di tingkat dasarnya.

Alat ukur waktu : stopwatch, arloji.

4. Temperatur

Satu Kelvin adalah suhu titik tripel air sebesar 273,16 K \rightarrow Nol mutlak = 0 K.

Alat ukur suhu : termometer.



[©] atas prakarsa A. A. Michelson

5. Kuat arus listrik

Satu ampere adalah kuat arus listrik pada dua kawat penghantar sejajar yang terpisah 1m serta mengalami gaya interaksi sebesar 2×10^{-7} N.

atau

Satu ampere adalah jumlah muatan listrik satu coulomb ($1 \text{ coulomb} = 6,25 \cdot 10^{18}$ elektron) yang melewati suatu penampang dalam 1 detik.

Alat ukur kuat arus listrik : amperemeter

6. Jumlah zat

Satu mole adalah jumlah zat suatu unsur elementer sebanyak jumlah atom yang ada pada 0,012 kg karbon-12 atau

Satu mol zat terdiri atas $6,025 \times 10^{23}$ buah partikel. ($6,025 \times 10^{23}$ disebut dengan bilangan avogadro).

7. Intensitas cahaya

Satu candela adalah intensitas cahaya dari sumber cahaya yang memancarkan radiasi monokromatik pada frekuensi $5,40 \times 10^{14}$ Hz dengan intensitas radiasi sebesar $\frac{1}{683}$ watt/steradian dalam arah tersebut

❖ Besaran turunan adalah besaran yang diturunkan dari besaran pokok
Beberapa besaran turunan, dimensi dan satuannya tersaji pada tabel di bawah ini:

No.	Besaran Turunan	Rumus	Satuan	Dimensi
1	Kecepatan	$v = \frac{s}{t}$	m/s	[LT ⁻¹]
2	Percepatan	$a = \frac{v}{t}$	m/s ²	[LT ⁻²]
3	Gaya	F = ma	N = kgm/s ²	[MLT ⁻²]
4	Usaha~Energi	W = Fs	J = kgm ² /s ²	[ML ² T ⁻²]
5	Daya	$P = \frac{W}{t}$	W=Js=kgm ² /s ³	[ML ² T ⁻³]
6	Luas	A = p	m ²	[L ²]
7	Volume	V = p t	m ³	[L ³]
8	Massa Jenis	$\rho = \frac{m}{V}$	kg/m ³	[ML ⁻³]
9	Tekanan	$p = \frac{F}{A}$	Pa = N/m ²	[ML ⁻¹ T ⁻²]
10	Impuls~Momentum	I = Ft = p = mv	Ns = kgm/s	[MLT ⁻¹]



International system of units (Satuan sistem internasional)

Pengukuran suatu besaran dibuat relatif terhadap suatu standar atau *satuan tertentu*, dan satuan ini harus dinyatakan bersama dengan nilai numerik besaran. Kita dapat mengukur panjang satuan seperti inchi, kaki, mil atau kilometer, tidak punya arti sama sekali dengan menyatakan bahwa panjang benda adalah 15,4. Satuan harus diberikan, 15,4 meter sangat berbeda dengan 15,4 mil.

Bilamana berhadapan dengan persamaan fisika sangat penting menggunakan perangkat satuan secara konsisten. Sebagai contoh, Anda ingin mengetahui berapa jauh Anda berkendara selama 40 menit pada kecepatan 90 km/jam, akan sangat mencengangkan bila Anda melakukan perhitungan $s = vt = (90 \text{ km/jam}) \times (40 \text{ menit}) = 3600$???

Penggunaan bermacam satuan untuk suatu besaran menimbulkan *kesukaran*. Mengapa?

~diperlukan bermacam alat ukur yang sesuai dengan satuan yang digunakan

~Kerumitan konversi antar satuan

Sehingga dipakailah satu jenis satuan untuk besaran-besaran dalam iptek → SI

Berikut ini akan disajikan macam satuan

Sistem Satuan	British	Dinamis Besar*	Dinamis Kecil†	SI
1. Panjang	foot (kaki)	m	cm	m
2. Massa	slug	kg	gr	kg
3. Waktu	s	s	s	s
4. Gaya	pound (lb)	N=newton	dyne	N=newton
5. Usaha	ft.lb	N.m = joule	dyne.cm = erg	N.m = joule
6. Daya	ft.lb/s	Watt = J/s	erg/s	Watt = J/s

* Sistem dinamis besar biasa kita sebut "M K S" atau "sistem praktis" atau "sistem Giorgie"

† Sistem dinamis kecil biasa kita sebut "C G S" atau "sistem Gauss".

MACAM-MACAM ALAT UKUR

- | | |
|-------------------------|-----------------|
| 1. Mistar | 9. Ampermeter |
| 2. Jangka Sorong | 10. Ohm meter |
| 3. Mikrometer sekrup | 11. Volt meter |
| 4. Neraca (timbangan) | 12. Barometer |
| 5. Stop watch | 13. Manometer |
| 6. Dinamo meter | 14. Hidrometer |
| 7. Termometer | 15. Kalorimeter |
| 8. Higrometer | |

Pertanyaan III

Lengkapilah tabel di bawah ini dengan gambar yang sesuai (dapat Anda unduh dari internet)

No	Alat Ukur	Keterangan	Gambar
1	Mistar	untuk mengukur suatu panjang benda mempunyai batas ketelitian 0,5 mm	
2	Jangka sorong	untuk mengukur suatu panjang benda mempunyai batas ketelitian 0,1 mm	
3	Mikrometer	untuk mengukur suatu panjang benda mempunyai batas ketelitian 0,01mm	
4	Neraca	untuk mengukur massa suatu benda	
5	Stop Watch	untuk mengukur waktu mempunyai batas ketelitian 0,01 detik	
6	Dinamometer	untuk mengukur besarnya gaya	
7	Termometer	untuk mengukur suhu	
8	Higrometer	untuk mengukur kelembaban udara	
9	Ampermeter	untuk mengukur kuat arus listrik	
10	Ohm meter	untuk mengukur tahanan (hambatan) listrik	
11	Volt meter	untuk mengukur tegangan listrik	
12	Barometer	untuk mengukur tekanan udara luar	
13	Hidrometer	untuk mengukur berat jenis larutan	
14	Manometer	untuk mengukur tekanan udara tertutup	
15	Kalorimeter	untuk mengukur besarnya kalor jenis zat	

Pertanyaan IV

1. Apa kelebihan dan kekurangan menggunakan kaki sebagai standar mengukur panjang ?
2. Mengapa dunia perhubungan lebih suka menggunakan satuan kaki, knot dan celcius atau Fahrenheit ?
3. Tunjukkan suatu cara untuk mengukur jarak Bumi – Matahari !
4. Tunjukkan suatu cara mengukur berat isi kelasmu !



Penggunaan awalan dalam SI

Awalan	Simbol	Faktor	Awalan	Simbol	Faktor	Awalan	Simbol	Faktor
Atto	a	10^{-18}	Milli	m	10^{-3}	kilo	k	10^3
Femto/fermi	f	10^{-15}	Centi	c	10^{-2}	mega	M	10^6
Piko	p	10^{-12}	Deci	d	10^{-1}	giga	G	10^9
Nano	n	10^{-9}	Deka	da	10^1	tera	T	10^{12}
Mikro	μ	10^{-6}	Hecto	h	10^2	peta	P	10^{15}

Pertanyaan V

1. Ungkapkan nilai-nilai berikut menggunakan awalan: (a). 10^6 watt, (b). 10^{-6} J, (c). 3×10^{-12} buah
2. BULOG dituding sebagai lumbung korupsi triliunan rupiah uang negara, nyatakanlah dengan eksponensial !



Dimensi

Jika dalam suatu pengukuran benda A di dapat: $A = 127 \text{ cm} = 1270 \text{ milimeter} = 1,27 \times 10^6 \mu\text{m}$. Mengapa satuan cm dapat diganti dengan m, mm, atau μm ? Jawabannya, karena keempat satuan itu sama dimensinya, yakni berdimensi panjang.

Dimensi adalah cara besaran tersusun dari besaran-besaran pokok.

Kegunaan dimensi:

1. Mengungkap kesamaan 2 besaran atau lebih
2. Cek persamaan / rumus

2. Semua angka nol yang terletak di antara angka-angka bukan nol adalah angka penting. Contoh : 2007 (4 angka penting).
3. Semua angka nol yang terletak di belakang angka bukan nol yang terakhir, tetapi terletak di depan tanda desimal adalah angka penting.
Contoh : 70000, (5 angka penting).
4. Angka nol yang terletak di belakang angka bukan nol yang terakhir dan di belakang tanda desimal adalah angka penting.
Contoh : 23,50000 (7 angka penting).
5. Angka nol yang terletak di belakang angka bukan nol dan tanpa tanda desimal adalah bukan angka penting.
Contoh : 3500000 (2 angka penting).
6. Angka nol yang terletak di depan angka bukan nol yang pertama adalah bukan angka penting.
Contoh : 0,0000352 (3 angka penting).

Aturan Operasi Angka Penting :

1. Hasil operasi penjumlahan dan pengurangan dengan angka-angka penting hanya boleh terdapat SATU ANGKA TAKSIRAN saja.
Contoh : 2,34 angka 4 taksiran
 0,345 + angka 5 taksiran
 2,685 angka 8 dan 5 (dua angka terakhir) taksiran.
 maka ditulis : 2,69
(Untuk penambahan/pengurangan perhatikan angka dibelakang koma yang paling sedikit).
 13,46 angka 6 taksiran
 2,2347 - angka 7 taksiran
 11,2253 angka 2, 5 dan 3 (tiga angka terakhir) taksiran
 maka dituli : 11,23
2. Angka penting pada hasil perkalian dan pembagian, sama banyaknya dengan angka penting yang paling sedikit.
Contoh : 8,141 (empat angka penting)
 0,22 x (dua angka penting)
 1,79102
 Penulisannya : 1,79102 ditulis 1,8 (dua angka penting)
 1,432 (empat angka penting)
 2,68 : (tiga angka penting)
 0,53432
 Penulisannya : 0,53432 di tulis 0,534 (tiga angka penting)
3. Untuk angka 5 atau lebih dibulatkan ke atas, sedangkan angka kurang dari 5 dihilangkan.



NOTASI ILMIAH = BENTUK BAKU :

Untuk mempermudah penulisan bilangan-bilangan yang besar dan kecil digunakan *Notasi Ilmiah* atau *Cara Baku*. p .

$$10^n$$

dimana : 1, p, 10 (angka-angka penting)

10^n disebut orde

n bilangan bulat positif atau negatif

contoh : - Massa bumi = $5,98 \cdot 10^{24}$

- Massa elektron = $9,1 \cdot 10^{-31}$

- 0,00000435 = $4,35 \cdot 10^{-6}$

- 345000000 = $3,45 \cdot 10^8$