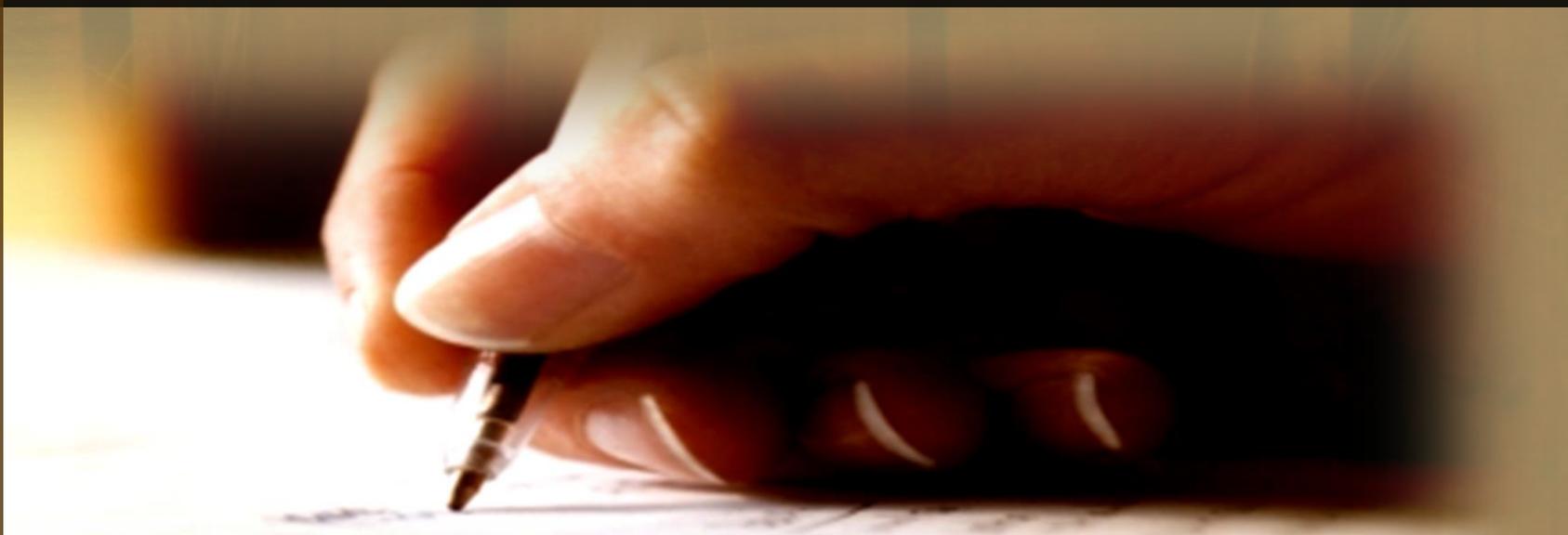




**Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya**



BESARAN DAN SATUAN

Oleh: Aulia SA
Tutug Dhanardono

Pengantar

Materi

Contoh Soal

Ringkasan

Latihan

Asesmen

**Definisi Besaran Pokok
dan Besaran Turunan**

**Definisi Satuan, satuan SI,
Satuan Inggris**

Konversi satuan

Analisa Dimensi

Untuk mempermudah pemahaman mengenai persoalan fisika, perlu didefinisikan besaran fisis dan satuannya. Besaran dibagi dua yaitu besaran pokok dan besaran turunan.

Dalam bab ini akan dipelajari sistim Satuan Internasional (SI) dan sistim satuan Inggris. Sistim Satuan Internasional dan sistim Satuan Inggris mempunyai satuan yang berbeda, oleh karena itu perlu dilakukan konversi.

Suatu besaran dapat diketahui dengan cara menganalisa dimensinya.



BESARAN

1. Besaran Pokok

Besaran pokok adalah besaran yang tidak terdiri dari dari besaran lainnya., artinya tidak bergantung pada besaran yang lain.

Besaran Pokok	Satuan	Lambang Satuan
Panjang	meter	m
Massa	kilogram	kg
Waktu	sekon (detik)	s
Arus Listrik	ampere	A
Suhu	kelvin	K
Intensitas Cahaya	kandela	cd
Jumlah Zat	mole	mol

Besaran Tambahan	Satuan	Lambang Satuan
Sudut datar	radian	rad
Sudut ruang	steradian	sr



Besaran

2. Besaran Turunan

Besaran turunan adalah besaran yang dapat diturunkan dari besaran pokok. Satuan besaran turunan disebut satuan turunan dan diperoleh dengan menggabungkan beberapa satuan besaran pokok. Berikut merupakan beberapa contoh besaran turunan beserta satuannya.

Besaran Turunan	Satuan	Lambang Satuan
Gaya	newton	N
Energi	joule	J
Daya	watt	W
Tekanan	pascal	Pa
Frekuensi	hertz	Hz
Muatan Listrik	coulomb	C
Beda Potensial	volt	V
Hambatan Listrik	ohm	Ω



Satuan

a. Satuan Panjang

- Meter pada awalnya ditetapkan oleh Akademi Sains Perancis (Académie des sciences) sebagai $1/10.000.000$ jarak sepanjang permukaan Bumi dari Kutub Utara hingga Khatulistiwa melalui meridian Paris pada tahun 1791, dan pada 7 April 1795 Perancis menggunakan meter sebagai jarak resmi untuk panjang. Ketidakpastian dalam pengukuran jarak tersebut menyebabkan Biro Berat dan Ukuran Internasional (BIPM - Bureau International des Poids et Mesures) menetapkan 1 meter sebagai jarak antara dua garisan pada batang platinum-iridium yang disimpan di Sevres, Perancis pada tahun 1889.
- Pada tahun 1960, ketika laser diperkenalkan, Konferensi Umum tentang Berat dan Ukuran (Conférence Générale des Poids et Mesures/CGPM) ke-11 mengganti definisi meter sebagai 1.650.763,73 kali panjang gelombang spektrum cahaya oranye-merah atom krypton-86 dalam sebuah ruang vakum. Pada tahun 1983, BIPM menetapkan meter sebagai jarak yang dilalui cahaya melalui vakum pada $1/299.792.458$ detik (kecepatan cahaya ditetapkan sebesar 299.792.458 meter per detik).



Approximate Values of Some Measured Lengths

	Length (m)
Distance from the Earth to the most remote known quasar	1.4×10^{26}
Distance from the Earth to the most remote normal galaxies	9×10^{25}
Distance from the Earth to the nearest large galaxy (M 31, the Andromeda galaxy)	2×10^{22}
Distance from the Sun to the nearest star (Proxima Centauri)	4×10^{16}
One lightyear	9.46×10^{15}
Mean orbit radius of the Earth about the Sun	1.50×10^{11}
Mean distance from the Earth to the Moon	3.84×10^8
Distance from the equator to the North Pole	1.00×10^7
Mean radius of the Earth	6.37×10^6
Typical altitude (above the surface) of a satellite orbiting the Earth	2×10^5
Length of a football field	9.1×10^1
Length of a housefly	5×10^{-3}
Size of smallest dust particles	$\sim 10^{-4}$
Size of cells of most living organisms	$\sim 10^{-5}$
Diameter of a hydrogen atom	$\sim 10^{-10}$
Diameter of an atomic nucleus	$\sim 10^{-14}$
Diameter of a proton	$\sim 10^{-15}$



Satuan

b. Satuan Massa

Kilogram (simbol dalam satuan SI: kg; simbol dimensi SI: M), adalah satuan dasar dari massa dalam Sistem Satuan Internasional (SI) (sistem metrik) dan didefinisikan sebagai sama dengan massa *International prototype of kilogram (IPK)*. yaitu massa dari sebuah silinder dari bahan platina-iridium yang aslinya disimpan di kota Sevres di dekat kota Paris.

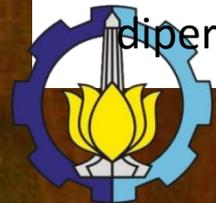
International Prototype of the Kilogram (IPK) massa kilogram standar disamakan dengan massa 1.000025 liter air murni pada suhu 4°C.

c. Satuan Waktu

Satuan waktu dalam SI adalah detik atau sekon. *Pada awalnya, 1 detik atau 1 sekon didefinisikan dengan (1/86.400) hari Matahari rata-rata.* Oleh karena 1 hari Matahari rata-rata dari tahun ke tahun tidak sama, standar ini tidak berlaku lagi. Pada 1956, sekon standar ditetapkan secara internasional, yakni

1 sekon = $(1/31.556.925,9747)$ lamanya tahun 1900

Akhirnya pada 1967, ditetapkan kembali bahwa satu sekon adalah waktu yang diperlukan atom Cesium untuk bergetar sebanyak 9.192.631.770 kali.



Masses of Various Objects (Approximate Values)

	Mass (kg)
Observable Universe	$\sim 10^{52}$
Milky Way galaxy	$\sim 10^{42}$
Sun	1.99×10^{30}
Earth	5.98×10^{24}
Moon	7.36×10^{22}
Shark	$\sim 10^3$
Human	$\sim 10^2$
Frog	$\sim 10^{-1}$
Mosquito	$\sim 10^{-5}$
Bacterium	$\sim 1 \times 10^{-15}$
Hydrogen atom	1.67×10^{-27}
Electron	9.11×10^{-31}



Approximate Values of Some Time Intervals

	Time Interval (s)
Age of the Universe	5×10^{17}
Age of the Earth	1.3×10^{17}
Average age of a college student	6.3×10^8
One year	3.2×10^7
One day (time interval for one revolution of the Earth about its axis)	8.6×10^4
One class period	3.0×10^3
Time interval between normal heartbeats	8×10^{-1}
Period of audible sound waves	$\sim 10^{-3}$
Period of typical radio waves	$\sim 10^{-6}$
Period of vibration of an atom in a solid	$\sim 10^{-13}$
Period of visible light waves	$\sim 10^{-15}$
Duration of a nuclear collision	$\sim 10^{-22}$
Time interval for light to cross a proton	$\sim 10^{-24}$



Beberapa istilah dan notasi dalam Ilmu Fisika

Prefixes for Powers of Ten		
Power	Prefix	Abbreviation
10^{-24}	yocto	y
10^{-21}	zepto	z
10^{-18}	atto	a
10^{-15}	femto	f
10^{-12}	pico	p
10^{-9}	nano	n
10^{-6}	micro	μ
10^{-3}	milli	m
10^{-2}	centi	c
10^{-1}	deci	d
10^3	kilo	k
10^6	mega	M
10^9	giga	G
10^{12}	tera	T
10^{15}	peta	P
10^{18}	exa	E
10^{21}	zetta	Z
10^{24}	yotta	Y



Dimensi

Dimensi suatu besaran adalah cara besaran tersebut tersusun atas besaran-besaran pokoknya. Pada sistem Satuan Internasional (SI), ada tujuh besaran pokok yang berdimensi, sedangkan dua besaran pokok tambahan tidak berdimensi. Cara penulisan dimensi dari suatu besaran dinyatakan dengan lambang huruf tertentu dan diberi tanda kurung persegi. Untuk lebih jelasnya, perhatikan Tabel berikut :

NO	NAMA	SATUAN	LAMBANG SATUAN	DIMENSI
1	PANJANG	Meter	m	[L]
2	MASSA	Kilogram	kg	[M]
3	WAKTU	Detik	s	[T]
4	KUAT ARUS LISTRIK	Ampere	A	[I]
5	SUHU	Kelvin	K	[θ]
6	INTENSITAS CAHAYA	Kandela	cd	[I]
7	JUMLAH ZAT	Mole	Mol	[N]
8	SUDUT BIDANG DATAR	Radian	Rad	-
	SUDUT RUANG	Steradian	Sr	-



BESARAN TURUNAN

Rapat Massa

$$\rho \equiv \frac{m}{V}$$

Densities of Various Substances

Substance	Density ρ (10^3 kg/m^3)
Platinum	21.45
Gold	19.3
Uranium	18.7
Lead	11.3
Copper	8.92
Iron	7.86
Aluminum	2.70
Magnesium	1.75
Water	1.00
Air at atmospheric pressure	0.0012



Quick Quiz 1.1 In a machine shop, two cams are produced, one of aluminum and one of iron. Both cams have the same mass. Which cam is larger? (a) the aluminum cam (b) the iron cam (c) Both cams have the same size.

Kerjakan dalam buku catatan Anda!
Dalam waktu 5 (lima) menit



Example 1.1 How Many Atoms in the Cube?

A solid cube of aluminum (density 2.70 g/cm^3) has a volume of 0.200 cm^3 . It is known that 27.0 g of aluminum contains 6.02×10^{23} atoms. How many aluminum atoms are contained in the cube?

Solution Because density equals mass per unit volume, the mass of the cube is

$$m = \rho V = (2.70 \text{ g/cm}^3)(0.200 \text{ cm}^3) = 0.540 \text{ g}$$

To solve this problem, we will set up a ratio based on the fact that the mass of a sample of material is proportional to the number of atoms contained in the sample. This technique of solving by ratios is very powerful and should be studied and understood so that it can be applied in future problem solving. Let us express our proportionality as $m = kN$, where m is the mass of the sample, N is the number of atoms in the sample, and k is an unknown proportionality constant. We

write this relationship twice, once for the actual sample of aluminum in the problem and once for a 27.0-g sample, and then we divide the first equation by the second:

$$\begin{aligned} m_{\text{sample}} &= kN_{\text{sample}} \\ m_{27.0 \text{ g}} &= kN_{27.0 \text{ g}} \end{aligned} \quad \rightarrow \quad \frac{m_{\text{sample}}}{m_{27.0 \text{ g}}} = \frac{N_{\text{sample}}}{N_{27.0 \text{ g}}}$$

Notice that the unknown proportionality constant k cancels, so we do not need to know its value. We now substitute the values:

$$\begin{aligned} \frac{0.540 \text{ g}}{27.0 \text{ g}} &= \frac{N_{\text{sample}}}{6.02 \times 10^{23} \text{ atoms}} \\ N_{\text{sample}} &= \frac{(0.540 \text{ g})(6.02 \times 10^{23} \text{ atoms})}{27.0 \text{ g}} \\ &= 1.20 \times 10^{22} \text{ atoms} \end{aligned}$$



Analisa Dimensi

Panjang \rightarrow L

Massa \rightarrow M

Waktu \rightarrow T

Units of Area, Volume, Velocity, Speed, and Acceleration

System	Area (L ²)	Volume (L ³)	Speed (L/T)	Acceleration (L/T ²)
SI	m ²	m ³	m/s	m/s ²
U.S. customary	ft ²	ft ³	ft/s	ft/s ²

Quick Quiz 1.2 True or False: Dimensional analysis can give you the numerical value of constants of proportionality that may appear in an algebraic expression.



Example 1.2 Analysis of an Equation

Show that the expression $v = at$ is dimensionally correct, where v represents speed, a acceleration, and t an instant of time.

Solution For the speed term, we have from Table 1.6

$$[v] = \frac{\text{L}}{\text{T}}$$

The same table gives us L/T^2 for the dimensions of acceleration, and so the dimensions of at are

$$[at] = \frac{\text{L}}{\text{T}^2} \mathcal{T} = \frac{\text{L}}{\text{T}}$$

Therefore, the expression is dimensionally correct. (If the expression were given as $v = at^2$ it would be dimensionally *incorrect*. Try it and see!)

Example 1.3 Analysis of a Power Law

Suppose we are told that the acceleration a of a particle moving with uniform speed v in a circle of radius r is proportional to some power of r , say r^n , and some power of v , say v^m . Determine the values of n and m and write the simplest form of an equation for the acceleration.

Solution Let us take a to be

$$a = kr^n v^m$$

where k is a dimensionless constant of proportionality. Knowing the dimensions of a , r , and v , we see that the dimensional equation must be

$$\frac{\text{L}}{\text{T}^2} = \text{L}^n \left(\frac{\text{L}}{\text{T}} \right)^m = \frac{\text{L}^{n+m}}{\text{T}^m}$$

This dimensional equation is balanced under the conditions

$$n + m = 1 \quad \text{and} \quad m = 2$$

Therefore $n = -1$, and we can write the acceleration expression as

$$a = kr^{-1}v^2 = k \frac{v^2}{r}$$

When we discuss uniform circular motion later, we shall see that $k = 1$ if a consistent set of units is used. The constant k would not equal 1 if, for example, v were in km/h and you wanted a in m/s^2 .



Konversi Satuan

Kadang-kadang perlu untuk mengkonversi satuan dari satu sistem pengukuran ke sistem pengukuran lainnya atau mengkonversi dalam sistem (misalnya, dari kilometer ke meter). Faktor konversi antara SI dan satuan panjang yang biasa di gunakan di AS adalah sebagai berikut :

$$1 \text{ mile} = 1\,609 \text{ m} = 1.609 \text{ km}$$

$$1 \text{ ft} = 0.3048 \text{ m} = 30.48 \text{ cm}$$

$$1 \text{ m} = 39.37 \text{ in.} = 3.281 \text{ ft}$$

$$1 \text{ in.} = 0.0254 \text{ m} = 2.54 \text{ cm}$$

Seperti dimensi, satuan dapat diperlakukan sebagai jumlah aljabar yang dapat membatalkan satu sama lain. Misalnya, kita ingin mengkonversi 15,0 inchi. ke sentimeter.



Konversi Satuan

Table A.1 Conversion Factors

Length

	m	cm	km	in.	ft	mi
1 meter	1	10^2	10^{-3}	39.37	3.281	6.214×10^{-4}
1 centimeter	10^{-2}	1	10^{-5}	0.3937	3.281×10^{-2}	6.214×10^{-6}
1 kilometer	10^3	10^5	1	3.937×10^4	3.281×10^3	0.6214
1 inch	2.540×10^{-2}	2.540	2.540×10^{-5}	1	8.333×10^{-2}	1.578×10^{-5}
1 foot	0.3048	30.48	3.048×10^{-4}	12	1	1.894×10^{-4}
1 mile	1609	1.609×10^5	1.609	6.336×10^4	5280	1

Mass

	kg	g	slug	u
1 kilogram	1	10^3	6.852×10^{-2}	6.024×10^{26}
1 gram	10^{-3}	1	6.852×10^{-5}	6.024×10^{23}
1 slug	14.59	1.459×10^4	1	8.789×10^{27}
1 atomic mass unit	1.660×10^{-27}	1.660×10^{-24}	1.137×10^{-28}	1

Note: 1 metric ton = 1000 kg.

Time

	s	min	h	day	yr
1 second	1	1.667×10^{-2}	2.778×10^{-4}	1.157×10^{-5}	3.169×10^{-8}
1 minute	60	1	1.667×10^{-2}	6.994×10^{-4}	1.901×10^{-6}
1 hour	3600	60	1	4.167×10^{-2}	1.141×10^{-4}
1 day	8.640×10^4	1440	24	1	2.738×10^{-5}
1 year	3.156×10^7	5.259×10^5	8.766×10^3	365.2	1



Quick Quiz 1.3 The distance between two cities is 100 mi. The number of kilometers between the two cities is (a) smaller than 100 (b) larger than 100 (c) equal to 100.



Contoh Soal

Pada jalan raya antar negara di wilayah pedesaan Wyoming, mobil bepergian pada kecepatan 38,0 m/s. Apakah driver melebihi batas kecepatan 75,0 mil/jam ?

Bagaimana jika pengemudi berasal dari luar Amerika Serikat yang sudah biasa bahwa kecepatan diukur dalam kilometer per jam ? Berapa kecepatan mobil dalam km/jam ?

Jawab :

$$(38.0 \cancel{\text{ m}}/\text{s}) \left(\frac{1 \text{ mi}}{1609 \cancel{\text{ m}}} \right) = 2.36 \times 10^{-2} \text{ mi/s}$$

$$(2.36 \times 10^{-2} \text{ mi}/\cancel{\text{ s}}) \left(\frac{60 \cancel{\text{ s}}}{1 \cancel{\text{ min}}} \right) \left(\frac{60 \cancel{\text{ min}}}{1 \text{ h}} \right) = 85.0 \text{ mi/h}$$

$$(85.0 \cancel{\text{ mi}}/\text{h}) \left(\frac{1.609 \text{ km}}{1 \cancel{\text{ mi}}} \right) = 137 \text{ km/h}$$



Contoh Soal

Jika G merupakan suatu konstanta dari persamaan gaya tarik menarik antara dua benda yang bermassa m_1 dan m_2 , serta terpisah jarak sejauh

r ($F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$), maka tentukan dimensi dan satuan G !

Jawab :

$$\text{a. } F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \Rightarrow G = \frac{F r^2}{m_1 m_2}, \text{ maka dimensinya adalah}$$

$$G = \frac{\text{gaya} \times (\text{jarak})^2}{\text{massa} \times \text{massa}}$$

$$= \frac{[M] \times [L][T]^{-2}[L]^2}{[M] \times [M]}$$

$$= \frac{[L]^3 [T]^{-2}}{[M]}$$

$$= [M]^{-1} [L]^3 [T]^{-2}$$

Jadi, dimensi konstanta G adalah $[M]^{-1} [L]^3 [T]^{-2}$.



Ringkasan

- Besaran fisika adalah sesuatu yang dapat diukur dan dapat dinyatakan dengan angka.
- Satuan adalah sesuatu yang menyatakan ukuran suatu besaran yang dapat digunakan sebagai pembandingan.
- Berdasarkan satuannya besaran dibagi menjadi dua, yaitu besaran pokok dan besaran turunan.
- Berdasarkan mempunyai arah atau tidak, besaran dibagi menjadi dua, yaitu besaran skalar dan besaran vektor.
- *Dimensi suatu besaran adalah cara besaran tersebut tersusun atas besaran-besaran pokoknya.*



BAG. A

Latihan Soal

- 1 Tentukan dimensi besaran-besaran berikut!
 - a. Luas
 - b. Volume
 - c. Kecepatan
 - d. Percepatan
 - e. Gaya
 - f. Usaha
- 2 Konversikan nilai-nilai berikut.
 - a. $250 \text{ km} = \dots \text{ mil}$ ($1 \text{ mil} = 1,61 \text{ km}$)
 - b. $90 \text{ km/jam} = \dots \text{ m/s}$
 - c. $1.200 \text{ s} = \dots \text{ menit}$
 - d. $40 \text{ m/s} = \dots \text{ km/jam}$
 - e. $20 \text{ m/s}^2 = \dots \text{ km/jam}^2$
- 3 Massa jenis air dalam sistem CGS (cm-gram-sekon) adalah 1 g/cm . Jika massa jenis ini dikonversikan ke sistem internasional (SI) maka nilainya adalah



BAG. B

1. Newton's law of universal gravitation is represented by

$$F = \frac{GMm}{r^2}$$

Here F is the magnitude of the gravitational force exerted by one small object on another, M and m are the masses of the objects, and r is a distance. Force has the SI units $\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$. What are the SI units of the proportionality constant G ?

2. Assume that it takes 7.00 minutes to fill a 30.0-gal gasoline tank. (a) Calculate the rate at which the tank is filled in gallons per second. (b) Calculate the rate at which the tank is filled in cubic meters per second. (c) Determine the time interval, in hours, required to fill a 1-m^3 volume at the same rate. (1 U.S. gal = 231 in.³)
3. Find the height or length of these natural wonders in kilometers, meters and centimeters. (a) The longest cave system in the world is the Mammoth Cave system in central Kentucky. It has a mapped length of 348 mi. (b) In the United States, the waterfall with the greatest single drop is Ribbon Falls, which falls 1 612 ft. (c) Mount McKinley in Denali National Park, Alaska, is America's highest mountain at a height of 20 320 ft. (d) The deepest canyon in the United States is King's Canyon in California with a depth of 8 200 ft.



Jawaban Soal Latihan
Di upload pada
share.its.ac.id

Paling Lambat

22 September 2016, Jam 24.00



**SEKIAN
&
TERIMAKASIH**

