

MetricForge World Metric Converter Reference

SI, Imperial, U.S., engineering, digital, astronomy, and laboratory units

CATATAN RUANG LINGKUP DAN AKURASI

Dokumen ini adalah referensi konversi satuan modern yang komprehensif. Isinya

mencakup:

- seluruh 7 satuan dasar SI;
- seluruh 22 satuan turunan SI yang memiliki nama dan simbol khusus;
- seluruh 24 awalan desimal SI resmi;
- awalan biner IEC;
- satuan non-SI internasional yang paling umum digunakan;
- satuan AS, Imperial, astronomi, nautika, teknik, industri, laboratorium, digital, tipografi, tekstil, akustik, dan radiasi;
- rumus dan struktur data yang dapat digunakan untuk membuat aplikasi converter.

Tidak mungkin mencantumkan secara harfiah setiap satuan lokal dan historis yang pernah digunakan di seluruh dunia. Banyak satuan tradisional, misalnya bahu, biga, pikul, kati, cup, barrel, bushel, tatami, dan ukuran pakaian, mempunyai definisi yang berbeda menurut negara, daerah, masa, komoditas, atau produsen. Dokumen ini karena itu memprioritaskan definisi internasional dan faktor yang teridentifikasi dengan jelas.

Keterangan:

- "tepat" atau "exact" berarti nilainya didefinisikan secara tepat, bukan hasil pengukuran pendekatan.
- Tanda "≈" berarti nilai pendekatan.
- Notasi E berarti pangkat sepuluh. Contoh: $1.0E-6 = 1 \times 10^{-6}$.
- Tanda titik digunakan sebagai pemisah desimal agar mudah dipakai dalam kode.
- Spasi digunakan untuk membantu membaca kelompok digit.
- **Simbol satuan peka terhadap huruf besar dan kecil:**
M = mega, m = milli; Pa = pascal, pA = picoampere.
- Mata uang tidak termasuk satuan fisika dan harus memakai kurs serta waktu pengambilan data yang nyata.

1. MESIN KONVERSI UMUM

1.1 Konversi linear

Untuk satuan linear:

$\text{nilai_SI} = \text{nilai_input} \times \text{scale_input}$
 $\text{nilai_target} = \text{nilai_SI} \div \text{scale_target}$

Bentuk langsung:

$\text{nilai_target} =$
 $\text{nilai_input} \times \text{faktor_satuan_asal_terhadap_SI}$
 $\div \text{faktor_satuan_target_terhadap_SI}$

Contoh:

3.5 ft × 0.3048 m/ft = 1.0668 m

1.2 Konversi affine: skala dan offset

Untuk suhu dan skala lain yang memiliki titik nol berbeda:

$\text{nilai_SI} = \text{nilai_input} \times \text{scale_input} + \text{offset_input}$
 $\text{nilai_target} = (\text{nilai_SI} - \text{offset_target}) \div \text{scale_target}$

Gunakan satu bentuk internal yang konsisten. Untuk suhu, bentuk yang praktis adalah menyimpan semuanya sebagai kelvin.

Contoh parameter menuju kelvin:

- kelvin: $K = \text{nilai} \times 1 + 0$
- Celsius: $K = \text{nilai} \times 1 + 273.15$
- Fahrenheit: $K = \text{nilai} \times 5/9 + 255.372222222222$
- Rankine: $K = \text{nilai} \times 5/9 + 0$

1.3 Satuan berpangkat

Jika 1 unit_panjang = f meter, maka:

- 1 unit_panjang² = f² m²
- 1 unit_panjang³ = f³ m³

Contoh:

1 cm = 10⁻² m
1 cm² = (10⁻²)² m² = 10⁻⁴ m²
1 cm³ = (10⁻²)³ m³ = 10⁻⁶ m³

1.4 Konversi terbalik

Untuk konsumsi bahan bakar, nilai target dapat berbanding terbalik:

$\text{nilai_target} = \text{konstanta} \div \text{nilai_input}$

Contoh:

US mpg = 235.214583333... ÷ (L/100 km)

1.5 Konversi logaritmik

Untuk besaran seperti desibel, jangan gunakan faktor linear biasa.

Rasio daya:

$\text{dB} = 10 \log_{10}(P_2/P_1)$
 $P_2/P_1 = 10^{(\text{dB}/10)}$

Rasio amplitudo, tegangan, atau tekanan pada impedansi yang sama:

$\text{dB} = 20 \log_{10}(A_2/A_1)$
 $A_2/A_1 = 10^{(\text{dB}/20)}$

1.6 Konversi berkonteks

Beberapa konversi membutuhkan data tambahan:

- pixel ke mm memerlukan PPI/DPI;
- lumen ke watt memerlukan efikasi spektral;
- candela ke lumen memerlukan sudut ruang;
- lux ke lumen memerlukan luas;
- massa ke berat memerlukan percepatan gravitasi;
- Mach ke m/s memerlukan kecepatan suara setempat;
- volume gas standar memerlukan suhu dan tekanan acuan;
- apparent power ke real power memerlukan faktor daya;
- ukuran sepatu dan pakaian memerlukan tabel negara/produsen.

2. ATURAN PENULISAN SI

- **Beri spasi antara angka dan simbol satuan:**

benar: 25 °C, 10 m, 5 kg

salah: 25°C, 10m, 5kg

- **Simbol satuan tidak dijamakkan dan tidak diikuti titik:**

benar: 5 kg

salah: 5 kgs atau 5 kg.

- **Simbol yang berasal dari nama orang menggunakan huruf awal besar:**

N, Pa, J, W, A, V, Ω, K.

Nama satuannya tetap huruf kecil dalam bahasa Inggris:

newton, pascal, joule, watt, ampere, volt, ohm, kelvin.

- **Liter boleh ditulis L atau l. Huruf L sering dipilih agar tidak tertukar dengan angka 1.**

- **Prefix melekat langsung pada simbol:**

km, mg, μs, GHz.

Tidak boleh ada spasi antara prefix dan satuan.

- **Prefix majemuk tidak diperbolehkan:**

benar: nm

salah: mμm

- **Untuk massa, prefix diterapkan pada gram:**

1 mg = 10^{-3} g = 10^{-6} kg.

- **Produk satuan ditulis dengan spasi atau titik tengah:**

N m atau N·m.

- **Pembagian dapat ditulis sebagai:**

m/s, $m s^{-1}$, atau pecahan.

Hindari lebih dari satu garis miring tanpa tanda kurung:

gunakan $W/(m \cdot K)$, bukan $W/m/K$.

- **Jangan memakai singkatan tidak baku:**

gunakan s, bukan sec;

gunakan cm^3 , bukan cc;

gunakan m/s, bukan mps.

3. SELURUH 24 AWALAN DESIMAL SI RESMI

AWALAN BESAR

Nama	Simbol	Faktor
quetta	Q	10 ³⁰
ronna	R	10 ²⁷
yotta	Y	10 ²⁴
zetta	Z	10 ²¹
exa	E	10 ¹⁸
peta	P	10 ¹⁵
tera	T	10 ¹²
giga	G	10 ⁹
mega	M	10 ⁶
kilo	k	10 ³
hecto	h	10 ²
deca	da	10 ¹

AWALAN KECIL

Nama	Simbol	Faktor
deci	d	10 ⁻¹
centi	c	10 ⁻²
milli	m	10 ⁻³
micro	μ	10 ⁻⁶
nano	n	10 ⁻⁹
pico	p	10 ⁻¹²
femto	f	10 ⁻¹⁵
atto	a	10 ⁻¹⁸
zepto	z	10 ⁻²¹
yocto	y	10 ⁻²⁴
ronto	r	10 ⁻²⁷
quecto	q	10 ⁻³⁰

Contoh:

1 km = 10³ m

1 mm = 10⁻³ m

1 μm = 10⁻⁶ m

1 GW = 10⁹ W

1 MPa = 10⁶ Pa

1 ns = 10⁻⁹ s

4. TUJUH SATUAN DASAR SI

Besaran dasar	Satuan	Simbol
waktu	second	s
panjang	metre	m
massa	kilogram	kg
arus listrik	ampere	A

suhu termodinamik	kelvin	K
jumlah zat	mole	mol
intensitas cahaya	candela	cd

Semua satuan SI lainnya dapat dibentuk dari hasil kali pangkat ketujuh satuan dasar tersebut.

5. SELURUH 22 SATUAN TURUNAN SI DENGAN NAMA KHUSUS

Besaran	Nama	Simbol	Dalam satuan dasar
sudut bidang	radian	rad	m/m = 1
sudut ruang	steradian	sr	m ² /m ² = 1
frekuensi	hertz	Hz	s ⁻¹
gaya	newton	N	kg·m·s ⁻²
tekanan/stress	pascal	Pa	kg·m ⁻¹ ·s ⁻²
energi/usaha/panas	joule	J	kg·m ² ·s ⁻²
daya/fluks radiasi	watt	W	kg·m ² ·s ⁻³
muatan listrik	coulomb	C	A·s
beda potensial	volt	V	kg·m ² ·s ⁻³ ·A ⁻¹
kapasitansi	farad	F	kg ⁻¹ ·m ⁻² ·s ⁴ ·A ²
hambatan listrik	ohm	Ω	kg·m ² ·s ⁻³ ·A ⁻²
konduktansi listrik	siemens	S	kg ⁻¹ ·m ⁻² ·s ³ ·A ²
fluks magnetik	weber	Wb	kg·m ² ·s ⁻² ·A ⁻¹
rapat fluks magnetik	tesla	T	kg·s ⁻² ·A ⁻¹
induktansi	henry	H	kg·m ² ·s ⁻² ·A ⁻²
suhu Celsius	degree Celsius	°C	interval sama dengan K
fluks cahaya	lumen	lm	cd·sr
iluminansi	lux	lx	lm/m ²
aktivitas radionuklida	becquerel	Bq	s ⁻¹
dosis serap	gray	Gy	J/kg = m ² ·s ⁻²
dosis ekuivalen	sievert	Sv	J/kg = m ² ·s ⁻²
aktivitas katalitik	katal	kat	mol/s

Catatan:

- Hz dan Bq sama-sama berdimensi s⁻¹, tetapi Hz digunakan untuk fenomena periodik dan Bq untuk peluruhan radioaktif.
- Gy dan Sv sama-sama J/kg, tetapi mengukur konsep fisik/biologis yang berbeda.
- N·m untuk torsi jangan ditulis J walaupun dimensinya sama dengan joule.

6. SATUAN NON-SI YANG DITERIMA UNTUK DIGUNAKAN BERSAMA SI

Satuan	Simbol	Hubungan
minute	min	1 min = 60 s tepat
hour	h	1 h = 3 600 s tepat
day	d	1 d = 86 400 s tepat
astronomical unit	au	149 597 870 700 m tepat
degree	°	π/180 rad
arcminute	'	π/10 800 rad
arcsecond	"	π/648 000 rad

hectare	ha	10 000 m² tepat
litre	L atau l	10 ⁻³ m³ tepat
tonne	t	1 000 kg tepat
dalton	Da	nilai ditentukan dari konstanta massa atom
electronvolt	eV	1.602 176 634 × 10 ⁻¹⁹ J tepat
neper	Np	satuan logaritmik
bel	B	satuan logaritmik
decibel	dB	0.1 B

7. PANJANG DAN JARAK

Satuan	Simbol	Nilai dalam meter
quetta-metre	Qm	10 ³⁰ m
ronna-metre	Rm	10 ²⁷ m
yottametre	Ym	10 ²⁴ m
zettametre	Zm	10 ²¹ m
exametre	Em	10 ¹⁸ m
petametre	Pm	10 ¹⁵ m
terametre	Tm	10 ¹² m
gigametre	Gm	10 ⁹ m
megametre	Mm	10 ⁶ m
kilometre	km	1 000 m
hectometre	hm	100 m
decametre	dam	10 m
metre	m	1 m
decimetre	dm	0.1 m
centimetre	cm	0.01 m
millimetre	mm	0.001 m
micrometre	µm	10 ⁻⁶ m
nanometre	nm	10 ⁻⁹ m
picometre	pm	10 ⁻¹² m
femtometre	fm	10 ⁻¹⁵ m
ångström	Å	10 ⁻¹⁰ m tepat
mil/thou	mil	0.000 025 4 m tepat
inch	in	0.025 4 m tepat
foot internasional	ft	0.304 8 m tepat
yard	yd	0.914 4 m tepat
chain internasional	ch	20.116 8 m tepat
furlong	fur	201.168 m tepat
mile internasional	mi	1 609.344 m tepat
fathom internasional	ftm	1.828 8 m tepat
nautical mile internasional	nmi	1 852 m tepat
astronomical unit	au	149 597 870 700 m tepat
light-year (Julian)	ly	9.460 730 472 580 8 × 10 ¹⁵ m tepat
parsec	pc	(648 000/π) au
parsec, numerik	pc	≈ 3.085 677 581 491 367 × 10 ¹⁶ m

Hubungan cepat:

1 in = 2.54 cm tepat
1 ft = 12 in = 0.3048 m tepat
1 yd = 3 ft = 0.9144 m tepat
1 mi = 1 760 yd = 5 280 ft = 1.609344 km tepat
1 nmi = 1.852 km tepat
1 ly = c × 365.25 d

Catatan penting:

- U.S. survey foot yang lama berbeda sedikit dari international foot.
Sejak 1 Januari 2023, lembaga federal AS menghentikan penggunaan U.S. survey foot untuk penggunaan baru. Data survei lama dapat tetap memakainya.
- Jangan menyamakan nautical mile dengan international mile.

8. LUAS

Satuan	Nilai dalam m ²
1 mm ²	10 ⁻⁶ m ²
1 cm ²	10 ⁻⁴ m ²
1 dm ²	10 ⁻² m ²
1 m ²	1 m ²
1 are (a)	100 m ² tepat
1 hectare (ha)	10 000 m ² tepat
1 km ²	1 000 000 m ²
1 in ²	0.000 645 16 m ² tepat
1 ft ²	0.092 903 04 m ² tepat
1 yd ²	0.836 127 36 m ² tepat
1 acre internasional	4 046.856 422 4 m ² tepat
1 square mile	2 589 988.110 336 m ² tepat
1 barn (b)	10 ⁻²⁸ m ² tepat

Hubungan:

1 ha = 100 a = 0.01 km²
1 km² = 100 ha
1 acre = 0.404 685 642 24 ha tepat
1 ha ≈ 2.471 053 814 671 65 acre

Catatan:

Acre yang berbasis U.S. survey foot pada data lama sedikit berbeda dari acre internasional.

9. VOLUME DAN KAPASITAS METRIK

Satuan	Hubungan
1 m ³	1 000 L tepat
1 dm ³	1 L tepat
1 L	0.001 m ³ tepat
1 dL	100 mL
1 cL	10 mL
1 mL	1 cm ³ tepat
1 µL	1 mm ³ tepat

1 cm³	0.001 L
1 stere (st)	1 m³, terutama kayu bakar

10. VOLUME CAIR AS

Satuan	Nilai metrik
1 US minim	0.061 611 519 921 875 mL tepat
1 US fluid dram	3.696 691 195 312 5 mL tepat
1 US teaspoon	4.928 921 593 75 mL tepat
1 US tablespoon	14.786 764 781 25 mL tepat
1 US fluid ounce	29.573 529 562 5 mL tepat
1 US customary cup	236.588 236 5 mL tepat
1 US legal cup (label gizi)	240 mL tepat
1 US liquid pint	473.176 473 mL tepat
1 US liquid quart	946.352 946 mL tepat
1 US gallon	3.785 411 784 L tepat
1 US liquid barrel (31.5 gal)	119.240 471 196 L tepat
1 petroleum barrel (42 gal)	158.987 294 928 L tepat
1 US beer barrel (31 gal)	117.347 765 304 L tepat

Hubungan:

1 US gallon = 4 quarts = 8 pints = 16 cups = 128 US fl oz.

11. VOLUME KERING AS

Satuan	Nilai metrik
1 US dry pint	0.550 610 471 357 5 L
1 US dry quart	1.101 220 942 715 L
1 US dry gallon	4.404 883 770 86 L
1 US peck	8.809 767 541 72 L
1 US bushel	35.239 070 166 88 L

Catatan:

- Dry gallon berbeda dari liquid gallon.
- Berat satu bushel komoditas bukan volume murni; nilai massanya berbeda menurut komoditas dan aturan perdagangan.

12. VOLUME IMPERIAL

Satuan	Nilai metrik
1 Imperial fluid drachm	3.551 632 812 5 mL tepat
1 Imperial fluid ounce	28.413 062 5 mL tepat
1 Imperial gill	142.065 312 5 mL tepat
1 Imperial pint	568.261 25 mL tepat
1 Imperial quart	1.136 522 5 L tepat
1 Imperial gallon	4.546 09 L tepat

Hubungan:

1 Imperial gallon = 4 quarts = 8 pints = 160 Imperial fl oz.

Peringatan:

US fluid ounce dan Imperial fluid ounce berbeda.

US gallon dan Imperial gallon berbeda.

13. VOLUME KUBIK INCH-POUND

Satuan	Nilai metrik
1 in³	16.387 064 mL tepat
1 ft³	0.028 316 846 592 m³ tepat
1 yd³	0.764 554 857 984 m³ tepat
1 acre-foot internasional	1 233.481 837 547 52 m³ tepat

14. SATUAN MEMASAK

Konvensi metrik umum:

1 metric teaspoon	= 5 mL
1 metric tablespoon	= 15 mL
1 metric cup	= 250 mL

Konvensi Australia:

1 Australian tablespoon	= 20 mL
-------------------------	---------

Konvensi AS:

1 US teaspoon	= 4.928 921 593 75 mL
1 US tablespoon	= 14.786 764 781 25 mL
1 US customary cup	= 236.588 236 5 mL
1 US legal cup	= 240 mL

Catatan:

- Ukuran "cup", "spoon", "glass", "scoop", atau "serving" tidak selalu universal.
- Untuk resep yang presisi, gunakan gram dan millilitre serta nyatakan sistemnya.

15. MASSA

Satuan	Simbol	Nilai dalam kilogram
tonne/metric ton	t	1 000 kg tepat
kilogram	kg	1 kg
hectogram	hg	0.1 kg
gram	g	0.001 kg
milligram	mg	10 ⁻⁶ kg
microgram	µg	10 ⁻⁹ kg
nanogram	ng	10 ⁻¹² kg
metric carat	ct	0.000 2 kg tepat
grain	gr	0.000 064 798 91 kg tepat
dram avoirdupois	dr	0.001 771 845 195 312 5 kg tepat
ounce avoirdupois	oz	0.028 349 523 125 kg tepat
pound avoirdupois	lb	0.453 592 37 kg tepat
stone	st	6.350 293 18 kg tepat
US short hundredweight	cwt	45.359 237 kg tepat

Imperial long hundredweight	cwt	50.802 345 44 kg tepat
US short ton	ton	907.184 74 kg tepat
Imperial long ton	ton	1 016.046 908 8 kg tepat
pennyweight	dwt	0.001 555 173 84 kg tepat
troy ounce	oz t	0.031 103 476 8 kg tepat
troy pound	lb t	0.373 241 721 6 kg tepat

Hubungan:

- 1 lb = 16 avoirdupois oz = 7 000 grains.
- 1 troy oz = 480 grains.
- 1 troy lb = 12 troy oz = 5 760 grains.
- 1 metric tonne = 1 000 kg.
- 1 US short ton = 2 000 lb.
- 1 Imperial long ton = 2 240 lb.

Peringatan:

- Ounce avoirdupois berbeda dari troy ounce.
- "Ton" harus diberi jenis: metric tonne, short ton, atau long ton.
- Kilogram adalah massa. Berat sebagai gaya dinyatakan dalam newton.

16. WAKTU

Satuan	Nilai dalam detik
nanosecond	10^{-9} s
microsecond	10^{-6} s
millisecond	10^{-3} s
second	1 s
minute	60 s tepat
hour	3 600 s tepat
day	86 400 s tepat
week	604 800 s tepat
fortnight	1 209 600 s tepat
Julian year	31 557 600 s tepat
mean Gregorian year	31 556 952 s
sidereal day	$\approx 86\,164.090\,5$ s

Catatan:

- Bulan kalender tidak mempunyai satu jumlah detik universal.
- Tahun kalender dapat 365 atau 366 hari.
- Tahun Julian didefinisikan sebagai tepat 365.25 hari.
- Waktu sipil dapat dipengaruhi leap second; jangan menyamakan selisih tanggal kalender dengan jumlah detik tanpa skala waktu yang jelas.

17. SUHU

17.1 Celsius dan kelvin

$$K = ^\circ C + 273.15$$

$$^\circ C = K - 273.15$$

17.2 Celsius dan Fahrenheit

$$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} \times 9/5 + 32$$

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times 5/9$$

17.3 Fahrenheit dan kelvin

$$\text{K} = (^{\circ}\text{F} + 459.67) \times 5/9$$

$$^{\circ}\text{F} = \text{K} \times 9/5 - 459.67$$

17.4 Rankine

$$^{\circ}\text{R} = \text{K} \times 9/5$$

$$\text{K} = ^{\circ}\text{R} \times 5/9$$

$$^{\circ}\text{R} = ^{\circ}\text{F} + 459.67$$

$$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{R} - 459.67$$

17.5 Réaumur

$$^{\circ}\text{Ré} = ^{\circ}\text{C} \times 4/5$$

$$^{\circ}\text{C} = ^{\circ}\text{Ré} \times 5/4$$

17.6 Selisih suhu

$$\Delta 1 ^{\circ}\text{C} = \Delta 1 \text{ K}$$

$$\Delta 1 ^{\circ}\text{C} = \Delta 1.8 ^{\circ}\text{F}$$

$$\Delta 1 \text{ K} = \Delta 1.8 ^{\circ}\text{R}$$

Titik acuan:

absolute zero:

$$0 \text{ K} = -273.15 ^{\circ}\text{C} = -459.67 ^{\circ}\text{F} = 0 ^{\circ}\text{R}$$

air membeku pada tekanan standar, secara pendekatan:

$$273.15 \text{ K} = 0 ^{\circ}\text{C} = 32 ^{\circ}\text{F}$$

air mendidih pada 101 325 Pa, secara pendekatan:

$$373.15 \text{ K} = 100 ^{\circ}\text{C} = 212 ^{\circ}\text{F}$$

Catatan:

Titik didih air bergantung pada tekanan dan kondisi pengukuran.

18. SUDUT BIDANG DAN ROTASI

Satuan	Hubungan
1 revolution/turn	$360^{\circ} = 2\pi \text{ rad}$
1 quadrant	$90^{\circ} = \pi/2 \text{ rad}$
1 degree	$\pi/180 \text{ rad}$
1 arcminute	$1/60^{\circ}$
1 arcsecond	$1/3 600^{\circ}$

1 radian	$180/\pi^\circ \approx 57.295\ 779\ 513^\circ$
1 gradian/gon	0.9°
1 full turn	400 gon
1 milliradian	0.001 rad

Rumus:

radian = degree $\times \pi/180$

degree = radian $\times 180/\pi$

gon = degree $\times 10/9$

degree = gon $\times 0.9$

Catatan angular mil:

- true milliradian: 1/1 000 rad;
- NATO mil: 1/6 400 putaran;
- beberapa sistem lain memakai 6 000 atau 6 300 mil per putaran.

Selalu nyatakan sistemnya.

19. KECEPATAN

Satuan	Nilai dalam m/s
metre per second	1
kilometre per hour	0.277 777 777 777...
mile per hour	0.447 04 tepat
foot per second	0.304 8 tepat
knot	0.514 444 444 444...
speed of light in vacuum	299 792 458 m/s tepat

Konversi cepat:

m/s \rightarrow km/h = $\times 3.6$

km/h \rightarrow m/s = $\div 3.6$

mph \rightarrow km/h = $\times 1.609\ 344$

km/h \rightarrow mph = $\div 1.609\ 344$

knot \rightarrow km/h = $\times 1.852$

km/h \rightarrow knot = $\div 1.852$

knot \rightarrow m/s = $\times 463/900$

Mach:

Mach = kecepatan benda \div kecepatan suara lokal

Mach tidak mempunyai faktor tetap karena kecepatan suara bergantung pada medium, suhu, komposisi, serta keadaan termodinamika.

20. PERCEPATAN

Satuan	Nilai dalam m/s ²
metre per second squared	1
Gal	0.01 tepat
foot per second squared	0.3048 tepat
standard gravity, g ₀	9.806 65 tepat

g-force = percepatan $\div 9.80665$

percepatan = g-force $\times 9.80665$

Catatan:

Nilai gravitasi lokal bumi tidak selalu tepat 9.80665 m/s²; nilai tersebut adalah standard gravity konvensional.

21. GAYA

Satuan	Nilai dalam newton
newton	1
dyne	10 ⁻⁵ tepat
kilogram-force	9.806 65 tepat
gram-force	0.009 806 65 tepat
pound-force	4.448 221 615 260 5 tepat
ounce-force	0.278 013 850 953 781 25 tepat
kip-force	4 448.221 615 260 5 tepat

Hubungan:

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

$$1 \text{ kgf} = 9.80665 \text{ N}$$

$$1 \text{ lbf} = 4.4482216152605 \text{ N}$$

22. TORSI ATAU MOMEN GAYA

Satuan	Nilai dalam N·m
newton metre	1
kilogram-force metre	9.806 65 tepat
pound-force foot	1.355 817 948 331 400 4 tepat
pound-force inch	0.112 984 829 027 616 7 tepat
ounce-force inch	0.007 061 551 814 226 04 tepat

Peringatan:

N·m pada torsi tidak ditulis sebagai joule walaupun satuan dasarnya sama.

23. TEKANAN DAN STRESS

Satuan	Nilai dalam pascal
pascal	1
hectopascal	100
kilopascal	1 000
megapascal	1 000 000
gigapascal	1 000 000 000
bar	100 000 tepat
millibar	100 tepat
standard atmosphere	101 325 tepat
technical atmosphere	98 066.5 tepat
torr	101 325/760
torr, numerik	133.322 368 421 052 63
mmHg conventional	≈ 133.322 387 415
cmH2O conventional	≈ 98.0665

inH2O conventional	≈ 249.088 91
inHg conventional	≈ 3 386.389
psi	6 894.757 293 168 361
ksi	6.894 757 293 168 361 MPa
kgf/cm ²	98 066.5 tepat
barye	0.1 Pa tepat

Hubungan:

1 bar = 100 kPa

1 MPa = 10 bar

1 atm = 101.325 kPa = 1.01325 bar

1 atm = 760 torr tepat berdasarkan definisi torr

1 psi ≈ 6.894757 kPa

Catatan:

- Torr dan mmHg sangat dekat tetapi tidak identik secara definisi.

- **Tekanan gauge dan tekanan absolut berbeda:**

$$P_{\text{absolute}} = P_{\text{gauge}} + P_{\text{atmospheric_local}}.$$

24. ENERGI, USAHA, DAN PANAS

Satuan	Nilai dalam joule
joule	1
erg	10 ⁻⁷ tepat
watt-hour	3 600 tepat
kilowatt-hour	3 600 000 tepat
megawatt-hour	3.6 × 10 ⁹ tepat
electronvolt	1.602 176 634 × 10 ⁻¹⁹ tepat
thermochemical calorie	4.184 tepat
International Table calorie	4.1868 tepat
food Calorie/kilocalorie	4 184 tepat, jika calorie thermochemical
Btu International Table	1 055.055 852 62 tepat
Btu thermochemical	≈ 1 054.350 264 44
foot-pound force	1.355 817 948 331 400 4 tepat
tonne TNT equivalent	4.184 × 10 ⁹ tepat secara konvensi
tonne oil equivalent	41.868 × 10 ⁹ secara konvensi
litre-atmosphere	101.325 J tepat

Hubungan:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ W} \cdot \text{s}$$

$$1 \text{ kWh} = 3.6 \text{ MJ tepat}$$

$$1 \text{ thermochemical cal} = 4.184 \text{ J tepat}$$

$$1 \text{ food Calorie} = 1 \text{ kcal} = 4 184 \text{ J}$$

$$1 \text{ eV} = 1.602176634 \times 10^{-19} \text{ J tepat}$$

Peringatan:

- calorie harus diberi jenis jika presisi diperlukan.

- "Calorie" pada label makanan umumnya berarti kilocalorie.

25. DAYA

Satuan	Nilai dalam watt
watt	1
kilowatt	1 000
megawatt	1 000 000
gigawatt	1 000 000 000
mechanical horsepower	745.699 871 582 270 2
metric horsepower/PS/CV	735.498 75 tepat
electrical horsepower	746 W secara konvensi
boiler horsepower	$\approx 9\,809.5\text{ W}$
Btu_IT per hour	0.293 071 070 172 222...
refrigeration ton	3 516.852 842 066 7

Hubungan:

$$1\text{ W} = 1\text{ J/s}$$

$$1\text{ kW} = 1\,000\text{ W}$$

$$1\text{ MW} = 1\,000\text{ kW}$$

$$1\text{ refrigeration ton} = 12\,000\text{ Btu_IT/h}$$

Peringatan:

Horsepower harus diberi jenis karena mechanical, metric, electrical, dan boiler horsepower tidak sama.

26. FREKUENSI, PERIODE, DAN KECEPATAN SUDUT

$$1\text{ Hz} = 1\text{ siklus per second}$$

$$1\text{ kHz} = 10^3\text{ Hz}$$

$$1\text{ MHz} = 10^6\text{ Hz}$$

$$1\text{ GHz} = 10^9\text{ Hz}$$

$$1\text{ THz} = 10^{12}\text{ Hz}$$

Hubungan:

$$\text{frequency } f = 1/\text{period } T$$

$$\text{period } T = 1/f$$

$$\text{Hz} = \text{rpm}/60$$

$$\text{rpm} = 60 \times \text{Hz}$$

$$\text{angular frequency } \omega = 2\pi f$$

$$f = \omega/(2\pi)$$

Gelombang elektromagnetik dalam vakum:

$$\text{wavelength } \lambda = c/f$$

$$\text{frequency } f = c/\lambda$$

$$c = 299\,792\,458\text{ m/s tepat}$$

Catatan:

Hubungan $\lambda = c/f$ hanya memakai c di vakum. Dalam medium gunakan kecepatan fase yang sesuai.

27. ALIRAN VOLUME

Satuan	Nilai dalam m ³ /s
--------	-------------------------------

cubic metre per second	1
litre per second	0.001 tepat
litre per minute	1/60 000
cubic metre per minute	1/60
cubic metre per hour	1/3 600
US gallon per minute	0.000 063 090 196 4 tepat
Imperial gallon per minute	0.000 075 768 166 666 7 tepat
cubic foot per second	0.028 316 846 592 tepat
cubic foot per minute, CFM	0.000 471 947 443 2 tepat

Hubungan:

$1 \text{ m}^3/\text{s} = 1\,000 \text{ L/s}$
 $1 \text{ L/min} = 0.06 \text{ m}^3/\text{h}$
 $1 \text{ m}^3/\text{h} = 16.666\,666\dots \text{ L/min}$

Catatan:

SCFM, SLPM, Nm³/h, dan unit gas "standard" atau "normal" membutuhkan suhu, tekanan, kelembapan, dan definisi standar acuan.

28. ALIRAN MASSA

Hubungan umum:

mass flow = mass/time

Contoh:

$1 \text{ kg/s} = 3\,600 \text{ kg/h}$
 $1 \text{ kg/h} = 1/3\,600 \text{ kg/s}$
 $1 \text{ tonne/h} = 1\,000/3\,600 \text{ kg/s} = 0.277\,777\dots \text{ kg/s}$
 $1 \text{ lb/s} = 0.453\,592\,37 \text{ kg/s tepat}$
 $1 \text{ lb/h} = 0.000\,125\,997\,880\,555\dots \text{ kg/s}$

29. MASSA JENIS DAN DENSITAS

Satuan	Nilai dalam kg/m ³
kg/m ³	1
g/L	1
mg/mL	1
g/cm ³	1 000
kg/L	1 000
lb/ft ³	16.018 463 373 960 14
lb/US gal	119.826 427 316...
lb/Imperial gal	99.776 372 663...

Rumus:

density ρ = mass m / volume V

mass m = density ρ × volume V

volume V = mass m / density ρ

Specific gravity:

$SG = \text{density}_{\text{sample}} / \text{density}_{\text{reference}}$

Specific gravity tidak berdimensi, tetapi bahan referensi dan suhu harus

dinyatakan.

30. VISKOSITAS

30.1 Viskositas dinamis

Satuan	Nilai dalam Pa·s
pascal second	1
poise, P	0.1 tepat
centipoise, cP	0.001 tepat
millipascal second	0.001
micropascal second	10^{-6}

Hubungan:

$$1 \text{ mPa} \cdot \text{s} = 1 \text{ cP}$$

30.2 Viskositas kinematik

Satuan	Nilai dalam m^2/s
square metre per second	1
stokes, St	10^{-4} tepat
centistokes, cSt	10^{-6} tepat
square millimetre per second	10^{-6}

Hubungan:

$$1 \text{ cSt} = 1 \text{ mm}^2/\text{s}$$

Hubungan dinamis dan kinematik:

$$\text{kinematic viscosity } \nu = \text{dynamic viscosity } \mu / \text{density } \rho$$

31. LISTRIK

Besaran	Hubungan SI
arus	$1 \text{ A} = 1 \text{ C/s}$
muatan	$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot \text{s}$
ampere-hour	$1 \text{ Ah} = 3\,600 \text{ C}$ tepat
milliampere-hour	$1 \text{ mAh} = 3.6 \text{ C}$ tepat
tegangan	$1 \text{ V} = 1 \text{ W/A}$
hambatan	$1 \Omega = 1 \text{ V/A}$
konduktansi	$1 \text{ S} = 1/\Omega$
kapasitansi	$1 \text{ F} = 1 \text{ C/V}$
daya listrik	$P = V \times I$
energi listrik	$E = P \times t$
fluks magnetik	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V} \cdot \text{s}$
rapat fluks magnetik	$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb/m}^2$
induktansi	$1 \text{ H} = 1 \text{ Wb/A}$

Rangkaian DC:

$$V = I \times R$$

$$I = V/R$$

$$R = V/I$$

$$P = V \times I = I^2R = V^2/R$$

Energi baterai pendekatan:

$$Wh = V_{\text{nominal}} \times Ah$$

Nilai aktual bergantung pada kurva tegangan, temperatur, beban, dan efisiensi.

32. MAGNETISME

Satuan	Hubungan SI
1 gauss, G	10^{-4} T tepat
1 tesla	10 000 G tepat
1 maxwell, Mx	10^{-8} Wb tepat
1 weber	10^8 Mx tepat
1 oersted, Oe	$1000/(4\pi)$ A/m dalam vakum ideal

Catatan:

Konversi antara B, H, magnetisasi, dan satuan CGS/SI dapat memerlukan permeabilitas serta definisi sistem elektromagnetik yang digunakan.

33. CAHAYA DAN FOTOMETRI

Satuan	Hubungan
1 lumen	1 cd·sr
1 lux	1 lm/m ²
1 phot	10 000 lx tepat
1 foot-candle	10.763 910 416 709 7 lx
1 nit	1 cd/m ²
1 stilb	10 000 cd/m ²
1 foot-lambert	$\approx 3.426\,259\,099\,6$ cd/m ²
1 apostilb	$1/\pi$ cd/m ²

Hubungan:

$$\text{illuminance } E = \text{luminous flux } \Phi_v / \text{area } A$$

untuk sumber titik ideal:

$$E = I_v / r^2$$

Peringatan:

- candela ke lumen memerlukan sudut ruang dan distribusi cahaya;
- lumen ke lux memerlukan luas serta geometri;
- watt radiometrik ke lumen memerlukan spektrum dan fungsi efisiensi penglihatan;
- "watt equivalent" pada lampu bukan satuan fotometrik baku.

34. RADIOAKTIVITAS DAN DOSIS RADIASI

Besaran	Satuan lama	Konversi SI
---------	-------------	-------------

aktivitas	curie, Ci	1 Ci = 3.7×10^{10} Bq tepat
dosis serap	rad	1 rad = 0.01 Gy tepat
dosis ekuivalen	rem	1 rem = 0.01 Sv tepat
paparan sinar-X/gamma	roentgen, R	1 R = 2.58×10^{-4} C/kg tepat

Hubungan:

1 Bq = 1 peluruhan/s
 1 Gy = 1 J/kg = 100 rad
 1 Sv = 1 J/kg = 100 rem
 1 Ci = 37 GBq

Catatan keselamatan:

Konversi Gy ke Sv tidak selalu 1:1 secara biologis. Diperlukan faktor pembobot radiasi dan jaringan sesuai konteks proteksi radiologi.

35. JUMLAH ZAT, KIMIA, DAN KONSENTRASI

Molaritas:

$c = \text{amount of substance} / \text{solution volume}$

SI koheren: mol/m³

1 mol/L = 1 000 mol/m³

1 mmol/L = 1 mol/m³

Molalitas:

mol/kg pelarut

Fraksi mol:

$x_i = n_i / \text{jumlah seluruh } n$

Persen dan bagian:

1 percent (%) = 10^{-2}
 1 permille (‰) = 10^{-3}
 1 ppm = 10^{-6}
 1 ppb = 10^{-9}
 1 ppt = 10^{-12}

Hubungan:

1% = 10 000 ppm
 0.1% = 1 000 ppm
 1 ppm = 1 000 ppb
 1 ppb = 1 000 ppt

Peringatan:

- ppm, ppb, dan ppt dapat berarti fraksi massa, volume, mol, atau konteks lain.
- BIPM menganjurkan menyatakan rasio secara eksplisit karena ppb dan ppt dapat bermakna berbeda menurut bahasa.
- 1 mg/L \approx 1 ppm hanya pendekatan untuk larutan air encer dengan densitas sekitar 1 kg/L.
- Normality/equivalent concentration bergantung pada reaksi kimia.
- pH bersifat logaritmik dan tidak dikonversi secara linear ke konsentrasi tanpa aktivitas, temperatur, dan model kimia yang memadai.

Aktivitas katalitik:

1 katal = 1 mol/s

1 enzyme unit, U = 1 $\mu\text{mol/min} \approx 1.666\ 666\ 666\ 7 \times 10^{-8}$ kat

36. PERSENTASE, RASIO, DAN BASIS POINT

1% = 0.01

100% = 1

1‰ = 0.001

1 basis point = 0.01% = 0.0001

100 basis points = 1%

Contoh:

5% = 0.05

0.25 = 25%

250 ppm = 0.025%

50 basis points = 0.5%

Perubahan persentase:

percentage change = $(\text{new} - \text{old}) / \text{old} \times 100\%$

Percentage point:

Perubahan dari 20% ke 25% adalah:

- naik 5 percentage points;
 - naik 25% secara relatif.
-

37. DATA DIGITAL DAN PENYIMPANAN

37.1 Bit dan byte

1 byte (B) = 8 bit (b)

1 nibble = 4 bit

Huruf besar penting:

B = byte

b = bit

37.2 Awalan desimal SI untuk data

Satuan	Nilai dalam byte
1 kB	10^3 B

1 MB 10^6 B

1 GB 10^9 B

1 TB 10^{12} B

1 PB 10^{15} B

1 EB 10^{18} B

1 ZB 10^{21} B

1 YB 10^{24} B

1 RB 10^{27} B

1 QB 10^{30} B

37.3 Awalan biner IEC

Awalan	Simbol	Faktor
kibi	Ki	2^{10}
mebi	Mi	2^{20}
gibi	Gi	2^{30}
tebi	Ti	2^{40}
pebi	Pi	2^{50}
exbi	Ei	2^{60}
zebi	Zi	2^{70}
yobi	Yi	2^{80}
robi	Ri	2^{90}
quebi	Qi	2^{100}

Contoh:

1 KiB = 1 024 B

1 MiB = 1 048 576 B

1 GiB = 1 073 741 824 B

1 TiB = 1 099 511 627 776 B

Perbedaan:

1 kB = 1 000 B

1 KiB = 1 024 B

1 MB = 1 000 000 B

1 MiB = 1 048 576 B

1 GB = 1 000 000 000 B

1 GiB = 1 073 741 824 B

37.4 Kecepatan data

1 bit/s = 1 bps

1 kbit/s = 1 000 bit/s

1 Mbit/s = 1 000 000 bit/s

1 Gbit/s = 1 000 000 000 bit/s

Tanpa overhead:

8 Mbit/s = 1 MB/s

1 Gbit/s = 125 MB/s

Kecepatan nyata lebih kecil karena overhead protokol, encoding, koreksi error, kontensi, dan batas perangkat.

38. KONSUMSI BAHAN BAKAR

38.1 L/100 km dan US mpg

US mpg = 235.214 583 333... / (L/100 km)

L/100 km = 235.214 583 333... / US mpg

38.2 L/100 km dan Imperial mpg

UK mpg = 282.480 936 331... / (L/100 km)

L/100 km = 282.480 936 331... / UK mpg

38.3 km/L

km/L = 100 / (L/100 km)

L/100 km = 100 / (km/L)

38.4 mpg dan km/L

US mpg = km/L × 2.352 145 833 33...

km/L = US mpg × 0.425 143 707 43...

UK mpg = km/L × 2.824 809 363 31...

km/L = UK mpg × 0.354 006 189 93...

Peringatan:

Nilai L/100 km yang lebih kecil lebih hemat, sedangkan nilai mpg atau km/L yang lebih besar lebih hemat.

39. AKUSTIK DAN DESIBEL

Rasio daya:

$dB = 10 \log_{10}(P_2/P_1)$

$P_2/P_1 = 10^{(dB/10)}$

Rasio amplitudo pada kondisi impedansi sama:

$dB = 20 \log_{10}(A_2/A_1)$

$A_2/A_1 = 10^{(dB/20)}$

dBm:

$dBm = 10 \log_{10}(P_{mW})$

$P_{mW} = 10^{(dBm/10)}$

$P_W = 10^{((dBm - 30)/10)}$

Contoh:

0 dBm = 1 mW

10 dBm = 10 mW

20 dBm = 100 mW

30 dBm = 1 W

40 dBm = 10 W

dBW:

$$\text{dBW} = 10 \log_{10}(P_W)$$

$$0 \text{ dBW} = 1 \text{ W}$$

$$30 \text{ dBW} = 1 \text{ kW}$$

Sound pressure level:

$$L_p = 20 \log_{10}(p/p_0)$$

p_0 di udara biasanya 20 μPa .

Peringatan:

dB, dBA, dBC, dBm, dBW, dBV, dBu, dan dB SPL tidak dapat disamakan karena referensi dan pembobotannya berbeda.

40. TIPOGRAFI, PIKSEL, DAN RESOLUSI

PostScript point:

$$1 \text{ pt} = 1/72 \text{ in tepat}$$

$$1 \text{ pt} = 0.352\,777\,777\dots \text{ mm}$$

Pica:

$$1 \text{ pica} = 12 \text{ pt} = 1/6 \text{ in}$$

$$1 \text{ pica} = 4.233\,333\,333\dots \text{ mm}$$

CSS reference pixel:

$$1 \text{ CSS px} = 1/96 \text{ in dalam model referensi CSS}$$

$$1 \text{ CSS px} = 0.264\,583\,333\dots \text{ mm pada konteks referensi}$$

Konversi gambar/raster:

$$\text{inch} = \text{pixel}/\text{PPI}$$

$$\text{mm} = \text{pixel}/\text{PPI} \times 25.4$$

$$\text{pixel} = \text{inch} \times \text{PPI}$$

$$\text{pixel} = \text{mm}/25.4 \times \text{PPI}$$

Peringatan:

Pixel fisik layar tidak mempunyai ukuran universal. CSS pixel, device pixel, image pixel, dan printer dot dapat berbeda.

41. TEKSTIL

tex:

$$1 \text{ tex} = 1 \text{ gram per } 1\,000 \text{ metre}$$

decitex:

$$1 \text{ dtex} = 1 \text{ gram per } 10\,000 \text{ metre}$$

$$1 \text{ tex} = 10 \text{ dtex}$$

denier:

$$1 \text{ den} = 1 \text{ gram per } 9\,000 \text{ metre}$$

$$1 \text{ tex} = 9 \text{ den}$$

$$1 \text{ den} = 1/9 \text{ tex}$$

Metric count, Nm:

$$\text{Nm} = \text{panjang dalam km per massa dalam kg}$$

Hubungannya terbalik dengan tex:

42. ASTRONOMI

Satuan	Nilai
astronomical unit, au	149 597 870 700 m tepat
Julian light-year, ly	$9.460\,730\,472\,580\,8 \times 10^{15}$ m tepat
parsec, pc	$(648\,000/\pi)$ au
parsec, numerik	$\approx 3.085\,677\,581\,491\,367 \times 10^{16}$ m
kiloparsec, kpc	10^3 pc
megaparsec, Mpc	10^6 pc
gigaparsec, Gpc	10^9 pc

Hubungan pendekatan:

1 pc \approx 3.261 563 777 ly

1 ly \approx 0.306 601 394 pc

1 au \approx 499.004 783 836 light-seconds

Catatan:

- au memiliki nilai meter yang tepat.
 - parsec memiliki definisi geometris eksak melalui au dan π , tetapi representasi desimalnya adalah pendekatan.
 - light-year adalah satuan panjang, bukan waktu.
-

43. NAUTIKA DAN PENERBANGAN

1 nautical mile = 1 852 m tepat

1 knot = 1 nautical mile/hour

1 knot = 1.852 km/h tepat

1 knot = 0.514 444 444... m/s

1 foot = 0.3048 m tepat

1 flight level = ratusan foot pada tekanan standar tertentu

Peringatan:

- altitude, height, elevation, pressure altitude, density altitude, dan flight level adalah konsep berbeda.
 - Mach bergantung pada kecepatan suara lokal.
 - Konversi bahan bakar penerbangan dari volume ke massa memerlukan densitas aktual dan suhu.
-

44. ENERGI DAN SATUAN MINYAK/GAS

1 petroleum barrel = 42 US gal = 158.987 294 928 L tepat

1 tonne oil equivalent, toe = 41.868 GJ secara konvensi

1 barrel oil equivalent, boe \approx 5.8 million Btu, konvensi dapat berbeda

1 therm (EC) = 100 000 Btu_{IT}

1 therm (US) = 100 000 Btu_{59°F} dalam definisi tertentu

Peringatan:

- boe, standard cubic foot, normal cubic metre, dan heating value bergantung

pada konvensi industri.

- nilai kalor dapat berupa higher heating value atau lower heating value.
- konversi gas volume ke energi membutuhkan komposisi dan nilai kalor.

45. KEKERASAN MATERIAL

Skala Brinell, Rockwell, Vickers, Knoop, Shore, dan Mohs tidak dapat dikonversi

dengan satu faktor universal. Konversi memerlukan:

- jenis bahan;
- metode uji;
- rentang kekerasan;
- tabel empiris yang berlaku;
- standar ASTM/ISO yang sesuai.

Jangan membuat konversi linear langsung antara HRC, HV, HBW, HK, Shore, dan Mohs tanpa tabel standar serta konteks material.

46. KEKUATAN, MODULUS, DAN STRESS MATERIAL

Stress:

1 Pa = 1 N/m²

1 MPa = 1 N/mm² tepat

1 GPa = 1 000 MPa

1 ksi = 6.894 757 293... MPa

1 psi = 0.006 894 757 293... MPa

Strain:

strain tidak berdimensi

1% strain = 0.01

1 microstrain, $\mu\epsilon$ = 10⁻⁶

Young's modulus, shear modulus, dan bulk modulus menggunakan satuan tekanan, umumnya Pa, MPa, atau GPa.

47. TERMAL DAN PERPINDAHAN PANAS

Heat flux:

W/m²

Thermal conductivity:

W/(m·K)

Heat transfer coefficient:

W/(m²·K)

Specific heat capacity:

J/(kg·K)

Entropy:

J/K

Specific entropy:

J/(kg·K)

Thermal resistance:

K/W

R-value konstruksi AS dan SI tidak boleh dikonversi tanpa memperhatikan sistem:

$1 \text{ (h}\cdot\text{ft}^2\cdot^\circ\text{F)/Btu}_{IT} \approx 0.176 \text{ 110 183 8 m}^2\cdot\text{K/W}$

48. INFORMASI MEDIS DAN LABORATORIUM

Satuan laboratorium dapat menggunakan:

- mol/L, mmol/L, $\mu\text{mol/L}$;
- g/L, mg/dL, mg/L;
- IU/L atau U/L;
- mEq/L;
- ng/mL;
- cells/ μL .

Konversi mg/dL ke mmol/L tidak mempunyai satu faktor universal karena memerlukan massa molar analit.

Rumus umum:

$\text{mmol/L} = \text{mg/dL} \times 10 / \text{molar_mass_g_per_mol}$

$\text{mg/dL} = \text{mmol/L} \times \text{molar_mass_g_per_mol} / 10$

Contoh faktor harus ditentukan khusus untuk glukosa, kolesterol, kreatinin, dan analit lain.

Peringatan keselamatan:

Dokumen ini adalah referensi satuan, bukan pedoman diagnosis atau dosis obat.

Dosis, aktivitas biologis, dan interpretasi hasil harus mengikuti profesional kesehatan serta standar laboratorium yang berlaku.

49. SATUAN AMBIGU YANG WAJIB DIBERI PILIHAN SISTEM

Nama	Pilihan yang perlu ditampilkan
gallon	US liquid, US dry, Imperial
pint	US liquid, US dry, Imperial
quart	US liquid, US dry, Imperial
fluid ounce	US atau Imperial
ounce	avoirdupois, troy, atau fluid ounce
pound	pound-mass atau pound-force
ton	metric tonne, US short ton, Imperial long ton
hundredweight	US short cwt atau Imperial long cwt
horsepower	mechanical, metric, electrical, boiler
calorie	thermochemical, International Table, food kilocalorie
mile	international mile atau nautical mile
barrel	petroleum, US liquid, beer, atau definisi industri lain
year	kalender, Julian, Gregorian rata-rata, sidereal
month	kalender aktual atau nilai rata-rata
mil	0.001 inch, milliradian, NATO mil, atau sistem lain

degree	sudut, Celsius, Fahrenheit, Rankine, atau skala lain
cup	US customary, US legal, metric, Imperial, Australia, resep lokal
ppm	fraksi massa, volume, jumlah zat, atau konteks lain
bushel	volume atau berat komoditas tertentu
survey foot	international foot atau U.S. survey foot lama
standard gas	standar suhu dan tekanan yang digunakan

50. SATUAN YANG TIDAK MEMPUNYAI KONVERSI UNIVERSAL TETAP

- Mach: memerlukan kecepatan suara lokal.
- Pixel: memerlukan PPI/DPI atau definisi CSS.
- Ukuran sepatu: berbeda menurut negara, jenis kelamin, last, dan produsen.
- Ukuran pakaian: berbeda menurut negara, merek, potongan, dan tubuh.
- Cup/spoon resep: berbeda menurut negara.
- Tatami: berbeda menurut wilayah Jepang.
- Bigha, bahu, bata, tumbak, ubin: berbeda menurut wilayah.
- Pikul dan kati/catty: berbeda menurut negara dan masa.
- Bushel weight: berbeda menurut komoditas.
- Barrel: berbeda menurut komoditas dan industri.
- Volume gas standar: berbeda menurut suhu/tekanan acuan.
- dB: membutuhkan jenis rasio dan nilai referensi.
- Apparent power ke watt: membutuhkan faktor daya.
- Lumen ke watt: membutuhkan spektrum dan efikasi.
- Candela ke lumen: membutuhkan sudut ruang.
- Lux ke lumen: membutuhkan luas dan geometri.
- Berat ke massa: membutuhkan gravitasi lokal.
- Specific gravity: membutuhkan bahan dan suhu referensi.
- Kekerasan material: membutuhkan tabel empiris dan jenis material.
- IU atau International Unit medis: bergantung pada zat biologis.
- Mata uang: membutuhkan kurs, sumber, tanggal, dan waktu.
- Kalori makanan aktual: bergantung pada komposisi dan metode pengukuran.

51. STRUKTUR DATA UNTUK APLIKASI CONVERTER

Setiap unit sebaiknya mempunyai bidang:

```

id
name
symbol
category
system
conversion_type
scale_to_base
offset_to_base
power
exact
reference
aliases

```

notes

deprecated

valid_from

valid_to

Jenis conversion_type:

- linear
- affine
- reciprocal
- logarithmic
- contextual
- table_lookup

Contoh unit linear:

```
{
  "id": "foot_international",
  "name": "international foot",
  "symbol": "ft",
  "category": "length",
  "system": "international-inch-pound",
  "conversion_type": "linear",
  "scale_to_base": 0.3048,
  "offset_to_base": 0,
  "exact": true
}
```

Contoh Celsius menuju kelvin:

```
{
  "id": "degree_celsius",
  "name": "degree Celsius",
  "symbol": "°C",
  "category": "temperature",
  "conversion_type": "affine",
  "scale_to_base": 1,
  "offset_to_base": 273.15,
  "exact": true
}
```

Contoh fuel economy:

```
{
  "id": "litre_per_100_kilometre",
  "name": "litre per 100 kilometres",
  "symbol": "L/100 km",
  "category": "fuel_economy",
  "conversion_type": "reciprocal"
}
```

Contoh dBm:

```
{
  "id": "dbm",
```

```
"name": "decibel-milliwatt",
"symbol": "dBm",
"category": "power_level",
"conversion_type": "logarithmic",
"reference_watt": 0.001
}
```

52. ALGORITMA IMPLEMENTASI

52.1 Linear

```
function convertLinear(value, source, target):
```

```
    base = value * source.scale_to_base
```

```
    return base / target.scale_to_base
```

52.2 Affine

```
function toBase(value, unit):
```

```
    return value * unit.scale_to_base + unit.offset_to_base
```

```
function fromBase(base, unit):
```

```
    return (base - unit.offset_to_base) / unit.scale_to_base
```

```
function convertAffine(value, source, target):
```

```
    return fromBase(toBase(value, source), target)
```

52.3 Unit berpangkat

```
function poweredScale(lengthScale, exponent):
```

```
    return lengthScale ^ exponent
```

52.4 Fuel economy

```
function lPer100kmToUsMpg(value):
```

```
    require value > 0
```

```
    return 235.21458333333333 / value
```

```
function usMpgToLPer100km(value):
```

```
    require value > 0
```

```
    return 235.21458333333333 / value
```

52.5 dBm

```
function dbmToWatt(dbm):
```

```
    return 10 ^ ((dbm - 30) / 10)
```

```
function wattToDbm(watt):
```

```
    require watt > 0
```

```
    return 10 * log10(watt) + 30
```

53. VALIDASI DAN KEAMANAN APLIKASI

- Tolak nilai NaN dan Infinity kecuali aplikasi memang mendukungnya.
- Tolak pembagian dengan nol.
- Untuk reciprocal converter, nilai input harus lebih besar dari nol.

- Jangan mengonversi antar kategori yang berbeda.
- Pertahankan presisi internal lebih tinggi daripada tampilan.
- Gunakan decimal arithmetic untuk transaksi atau faktor exact bila diperlukan.
- Simpan flag exact untuk membedakan definisi dari pendekatan.
- Jangan membulatkan terlalu awal.
- Tampilkan scientific notation untuk angka sangat besar/kecil.
- Beri pilihan significant figures.
- Beri label sistem pada gallon, ounce, ton, cup, dan satuan ambigu.
- Beri peringatan saat unit deprecated atau regional.
- Untuk mata uang, simpan provider, timestamp, dan jenis kurs.
- Untuk medis, tampilkan bahwa massa molar/analit diperlukan.
- Untuk gas, minta suhu dan tekanan referensi.
- Untuk tanggal, gunakan library kalender, bukan jumlah detik rata-rata.
- **Uji round-trip:**
x -> unit B -> unit A harus kembali mendekati x.
- **Uji nilai acuan:**
1 in = 25.4 mm;
1 lb = 0.45359237 kg;

0 °C = 273.15 K;

32 °F = 0 °C;

1 US gal = 3.785411784 L;
1 Imperial gal = 4.54609 L;
1 kWh = 3.6 MJ.

54. KATEGORI WORLD METRIC CONVERTER YANG DISARANKAN

- 01. panjang dan jarak**
- 02. luas**
- 03. volume metrik**
- 04. volume cair AS**
- 05. volume kering AS**
- 06. volume Imperial**
- 07. satuan memasak**
- 08. massa**
- 09. waktu**
- 10. suhu**
- 11. sudut**
- 12. kecepatan**
- 13. percepatan**
- 14. gaya**
- 15. torsi**
- 16. tekanan**
- 17. energi**
- 18. daya**
- 19. frekuensi**
- 20. kecepatan sudut**
- 21. aliran volume**
- 22. aliran massa**
- 23. densitas**
- 24. viskositas dinamis**
- 25. viskositas kinematik**
- 26. arus listrik**
- 27. muatan listrik**
- 28. tegangan**
- 29. hambatan**
- 30. konduktansi**
- 31. kapasitansi**
- 32. induktansi**

- 33. fluks magnetik
- 34. medan magnet
- 35. fotometri
- 36. radioaktivitas
- 37. dosis radiasi
- 38. jumlah zat
- 39. konsentrasi
- 40. persentase dan rasio
- 41. data digital
- 42. kecepatan data
- 43. konsumsi bahan bakar
- 44. astronomi
- 45. nautika dan penerbangan
- 46. tipografi
- 47. tekstil
- 48. akustik/desibel
- 49. minyak dan gas
- 50. termal
- 51. material dan stress
- 52. medis/laboratorium
- 53. satuan regional
- 54. mata uang dengan kurs real-time

55. CONTOH KONVERSI

Contoh 1: 10 mile ke kilometre

$$10 \times 1.609344 = 16.09344 \text{ km}$$

Contoh 2: 5 acre ke hectare

$$5 \times 0.40468564224 = 2.0234282112 \text{ ha}$$

Contoh 3: 3 US gallon ke litre

$$3 \times 3.785411784 = 11.356235352 \text{ L}$$

Contoh 4: 3 Imperial gallon ke litre

$$3 \times 4.54609 = 13.63827 \text{ L}$$

Contoh 5: 150 lb ke kg

$150 \times 0.45359237 = 68.0388555 \text{ kg}$

Contoh 6: 100 °F ke °C

$$(100 - 32) \times 5/9 = 37.777777... \text{ °C}$$

Contoh 7: 25 °C ke K

$$25 + 273.15 = 298.15 \text{ K}$$

Contoh 8: 90 km/h ke m/s

$$90 / 3.6 = 25 \text{ m/s}$$

Contoh 9: 30 psi ke kPa

$$30 \times 6.894757293168 = 206.842718795 \text{ kPa}$$

Contoh 10: 2 kWh ke MJ

$$2 \times 3.6 = 7.2 \text{ MJ}$$

Contoh 11: 16 Mbit/s ke MB/s, tanpa overhead

$$16 / 8 = 2 \text{ MB/s}$$

Contoh 12: 8 L/100 km ke US mpg

$$235.214583333 / 8 = 29.4018229166 \text{ US mpg}$$

Contoh 13: 20 dBm ke watt

$$10^{((20 - 30)/10)} = 0.1 \text{ W}$$

Contoh 14: 300 pixel pada 150 PPI ke mm

$$300 / 150 \times 25.4 = 50.8 \text{ mm}$$

56. SUMBER UTAMA DAN OTORITATIF

1. Bureau International des Poids et Mesures (BIPM)

The International System of Units (SI Brochure), 9th edition,
current online version consulted 13 June 2026.

<https://www.bipm.org/documents/20126/41483022/SI-Brochure-9-EN.pdf>

2. BIPM - SI Prefixes

<https://www.bipm.org/en/measurement-units/si-prefixes>

3. BIPM - SI Base Units

<https://www.bipm.org/en/measurement-units/si-base-units>

4. National Institute of Standards and Technology (NIST)

Guide for the Use of the International System of Units (SI), SP 811.

<https://physics.nist.gov/cuu/pdf/sp811.pdf>

5. NIST Guide to the SI, Appendix B.8:

Factors for Units Listed Alphabetically.

<https://www.nist.gov/pml/special-publication-811/nist-guide-si-appendix-b-conversion-factors/nist-guide-si-appendix-b>

8

6. NIST Handbook 44, Appendix C:

General Tables of Units of Measurement, current edition.

<https://www.nist.gov/pml/owm/nist-handbook-44-current-edition>

7. International Electrotechnical Commission (IEC)

IEC 80000-13:2025, Quantities and units - Part 13:

Information science and technology.

<https://webstore.iec.ch/en/publication/87379>

8. International Astronomical Union (IAU)

Resolution B2 (2012), redefinition of the astronomical unit.

https://www.iau.org/static/resolutions/IAU2012_English.pdf

57. PENUTUP

Dokumen ini dirancang sebagai master reference praktis dan basis awal untuk aplikasi konversi. Faktor exact harus dipertahankan sebagai nilai exact sejauh memungkinkan. Faktor pendekatan harus disimpan bersama jumlah digit, sumber, dan catatan konteksnya. Untuk penggunaan metrologi, legal, medis, penerbangan, perdagangan, atau keselamatan, selalu periksa standar sektor dan versi terbaru yang berlaku.

AKHIR DOKUMEN