

1 MATERI

- 1.1. Sifat – sifat Materi**
- 1.2. Klasifikasi Materi**
- 1.3. Pemisahan Campuran dan Penguraian Senyawa**
- 1.4. Sistem Metrik dalam Pengukuran**
- 1.5. Angka Berarti**
- 1.6. Metoda Faktor Konversi (Analisis Dimensional)**
- 1.7. Densitas**
- 1.8. Temperatur**

Sadar atau tidak, sebetulnya seluruh zat atau materi di dunia ini adalah zat kimia. Oleh karena itu, keterangan tidak menggunakan tambahan “bahan kimia“ pada kemasan suatu produk bahan makanan sering menimbulkan salah pengertian bahwa yang merupakan zat kimia adalah bahan yang ditambahkan. Padahal ditambah atau tidak dengan suatu bahan kimia, produk bahan makanan itu sendiri adalah zat kimia. Jadi sebenarnya kimia merupakan bagian dari hidup. Dengan menggunakan atau merubah materi di lingkungan, secara sangat sederhana sampai cara yang sangat kompleks, manusia sudah melakukan praktek kimia. Pada awalnya, ilmu pengetahuan kimia membahas tentang ‘bagaimana‘ reaksi kimia digunakan untuk menghasilkan materi baru, melalui percobaan dan kesalahan. Sedangkan ilmu pengetahuan kimia masa kini membahas tentang ‘mengapa‘ dan ‘bagaimana‘ suatu perubahan kimia terjadi, yang didasarkan pada prinsip dan teori. Dengan demikian maka ilmu pengetahuan kimia masa kini dapat digunakan untuk memahami dan mengontrol proses-proses yang terjadi di lingkungan, misal proses yang merusak lingkungan seperti pembentukan *smog* dan rusaknya ozon stratosfer. Pada Bab ini akan dipelajari tentang klasifikasi materi dan beberapa unit ukuran yang umum digunakan untuk mengukur materi.

1-1 Sifat-sifat Materi

Secara sederhana, **kimia** adalah **ilmu** yang mempelajari tentang **materi**, baik sifat maupun perubahannya. Ciri khas yang menonjol dari materi adalah bahwa materi **menempati ruangan**, dan jumlah materi diukur melalui **massa** nya. Sebagai contoh, lemari di suatu ruangan, karena menempati ruang dan memiliki massa, maka lemari merupakan contoh dari materi. Sedangkan sinar matahari, yang tidak menempati ruangan, bukan materi. Di Bab 7 akan dipelajari bahwa sinar matahari adalah radiasi elektromagnetik. Karakteristik yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi materi dan **membedakannya** satu sama lain disebut **sifat-sifat**. Massa adalah salah satu contoh dari sifat materi. **Sifat materi** dapat dikelompokkan menjadi dua kategori besar, yaitu **fisik** dan **kimia**.

Sifat fisik dan perubahan fisik. Perubahan fisik adalah perubahan yang terjadi pada tampilan fisik suatu obyek, sedangkan **komposisi dasarnya tetap**. Ketika mengalami perubahan fisik, suatu obyek biasanya menunjukkan satu atau lebih sifat-sifat fisik. Bongkahan tembaga (Cu) dapat diregang menjadi kawat. Dalam bentuk bongkahan maupun kawat, rumus kimianya tetap Cu. Salah satu sifat fisik tembaga yang paling berguna adalah bahwa tembaga merupakan

penghantar listrik yang sangat baik. Kebalikan dari tembaga, sulfur (S) memiliki warna kuning dan bukan penghantar listrik. Sulfur dapat berbentuk padat, akan tetapi kalau ditumbuk akan berbentuk serbuk, baik dalam bentuk padat maupun serbuk, rumus kimianya tetap S. Jadi, tembaga dan sulfur dapat dikenali melalui sifat-sifat fisiknya seperti pada Gambar 1-1. Pada perubahan fisik, yang berubah hanya bentuk fisiknya, sedangkan rumus/komposisi kimianya tetap. Ketika air berubah bentuk menjadi es, rumus kimianya tetap H_2O , artinya yang berubah hanya tampilan fisiknya saja dari cair menjadi padat, sedangkan komposisi dasarnya tetap yaitu H_2O . Beberapa sifat fisik lainnya adalah warna, bentuk, bau, titik didih, densitas, dan lain-lain.

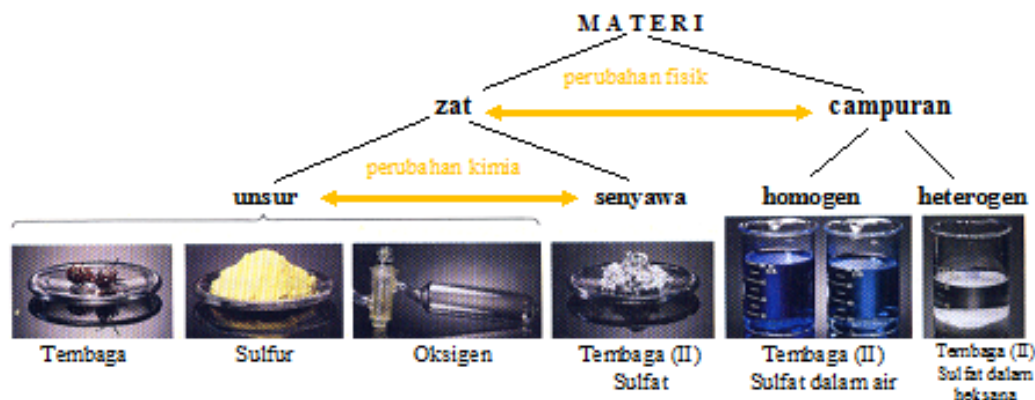


Gambar 1-1
Sifat Fisik Zat.

Tembaga (coklat) dapat berbentuk bongkahan, atau diregang menjadi kawat. Sulfur (kuning) dapat berbentuk bongkahan, akan tetapi apabila digerus akan menjadi serbuk.

Sifat kimia dan perubahan kimia. Perubahan kimia adalah **perubahan** yang terjadi pada **komposisi kimia** suatu obyek, yang biasanya diiringi dengan perubahan tampilan fisiknya juga. Apabila kertas (selulosa) terbakar, maka senyawa karbon dan hidrogen bereaksi dengan oksigen (O_2) membentuk karbon (C). Pada peristiwa ini selain selulosa berubah menjadi karbon, tampilan fisik kertas juga berubah yaitu warnanya menjadi hitam. Contoh lain dari perubahan kimia adalah berkaratnya besi, dimana besi (Fe) bereaksi dengan oksigen (O_2) dan air (H_2O) membentuk $Fe_2O_3 \cdot H_2O$ (karat). Pada kedua peristiwa ini, obyek tidak saja mengalami perubahan tampilan fisiknya, akan tetapi juga komposisi dasarnya. Pada perubahan kimia atau reaksi kimia, obyek berubah total menjadi materi lain yang berbeda. Jenis reaksi kimia dimana obyek mengalami perubahan ditentukan oleh sifat kimianya. Sebagai contoh, sifat kimia dari tembaga adalah bahwa tembaga termasuk logam, sedangkan sifat kimia dari sulfur adalah bahwa sulfur merupakan nonlogam.

1-2 Klasifikasi Materi



Gambar 1-2
Bagan Klasifikasi Materi.

Semua materi adalah zat atau campuran. Zat terbagi menjadi dua golongan yaitu unsur atau senyawa, sedangkan campuran juga terbagi menjadi dua golongan yaitu homogen dan heterogen. Perubahan dari unsur menjadi senyawa melibatkan perubahan kimia, perubahan dari zat menjadi campuran melibatkan perubahan fisik. Unsur tembaga (Cu) dan sulfur (S) dan gas oksigen (O) dapat mengalami perubahan (reaksi) kimia membentuk senyawa tembaga (II) sulfat, CuSO_4 . Semua contoh tembaga (II) sulfat mengandung perbandingan tembaga, sulfur, dan oksigen yang sama. Tembaga (II) sulfat padat larut dalam air (perubahan fisik) menghasilkan campuran homogen (larutan), sedangkan tembaga (II) sulfat tidak larut dalam heksana cair membentuk campuran heterogen.

Seperti telah diketahui bahwa **atom** merupakan **unit terkecil** dari materi. Senyawa yang terdiri atas **satu jenis atom** disebut **unsur** kimia. Unsur tidak dapat diurai menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana dengan cara apapun. Atom-atom dari unsur yang berbeda dapat bereaksi satu sama lain membentuk senyawa yang lebih kompleks yang disebut senyawa kimia. Saat ini sudah dikenal jutaan senyawa kimia, yang bervariasi dari senyawa sederhana seperti air yang terdiri atas dua atom hidrogen dan satu atom oksigen, sampai senyawa yang kompleks yang terdiri atas ratusan bahkan ribuan atom seperti polimer. Untuk beberapa senyawa, unit terkecil yang masih dapat diisolasi dan diidentifikasi adalah **molekul**. Sebagai contoh, bandingkan 1 buah molekul air yang terdiri atas dua atom hidrogen dan satu atom oksigen, dengan 1 buah molekul gama globulin yang terdiri atas lebih dari 19 ribu atom. Identitas senyawa kimia tetap selama perubahan fisik, akan tetapi dipisahkan menjadi unsur-unsur komponennya melalui perubahan kimia yang sesuai. Komposisi dan sifat-sifat unsur atau senyawa selalu sama, **unsur** atau **senyawa** disebut **zat**.

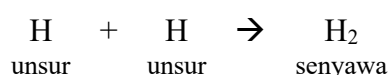
Campuran homogen atau yang biasa dikenal dengan **larutan**, mempunyai komposisi dan sifat-sifat sama tetapi dapat bervariasi dari satu materi ke materi yang lain. Sebagai contoh, rasa asin dari garam, komposisi dan sifat-sifat dari garam dapat berbeda pada larutan yang berbeda yang menyebabkan rasa asin yang berbeda. Pada campuran homogen, **komponen** yang berbeda **tidak dapat dilihat dengan jelas**, yang tampak hanya satu komponen saja. Campuran homogen dapat dipisahkan menjadi komponen-komponennya melalui perubahan fisik yang sesuai. Contoh lain dari campuran homogen adalah udara, yang merupakan larutan dari beberapa gas, terutama nitrogen dan oksigen. **Campuran heterogen** adalah campuran dimana masing-masing **komponen dapat dilihat secara nyata**. Contoh sederhana dari campuran heterogen adalah campuran air dengan pasir, komponen-komponen terpisah secara fisik, air dan pasir dapat dilihat dengan jelas perbedaannya. Segelas es sirup adalah campuran heterogen, dimana dapat dilihat dengan jelas larutan sirup dan bongkahan es nya. Dengan kata lain, pada campuran heterogen komponen-komponen dapat dilihat dengan mudah.

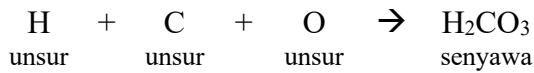
Zat juga dapat dibedakan berdasarkan **wujudnya**, yaitu **padat, cair, dan gas**. Zat berbentuk padat karena jarak atom-atom atau molekul-molekul sangat berdekatan sehingga sukar bergerak, dengan demikian maka bentuk dan volumenya tetap. Zat berbentuk cair karena jarak atom-atom atau molekul-molekul agak berjauhan (ada jarak) sehingga dapat bergerak. Pergerakan atom atau molekul ini memberikan cairan sebuah sifat yang khusus yaitu kemampuan untuk mengalir untuk mengisi wadah dimulai dari bagian dasar wadah yang ditempati, dengan demikian maka bentuk cairan dapat berubah sesuai dengan wadahnya akan tetapi volumenya tetap. Zat berbentuk gas karena jarak atom-atom atau molekul-molekul berjauhan sehingga cenderung memenuhi ruang, dengan demikian maka bentuk dan volume gas dapat berubah sesuai dengan bentuk wadahnya. Tergantung kondisinya, senyawa dapat berada hanya pada satu wujud, akan tetapi kadang-kadang dapat juga dapat berada dalam dua atau tiga wujud pada saat yang bersamaan. Es yang mulai mencair adalah contoh dimana air berada dalam dua wujud yaitu padat dan cair.

Secara ringkas, klasifikasi materi dapat dituliskan sebagai berikut:

Materi dapat berbentuk zat atau campuran.

- Zat dapat berbentuk unsur (terdiri atas hanya satu buah atom) atau senyawa (terdiri atas lebih dari satu buah/jenis atom).





- Campuran dapat berbentuk campuran homogen (komponen-komponen yang ada dalam campuran tidak tampak) atau heterogen (komponen-komponen yang ada dalam campuran tampak).

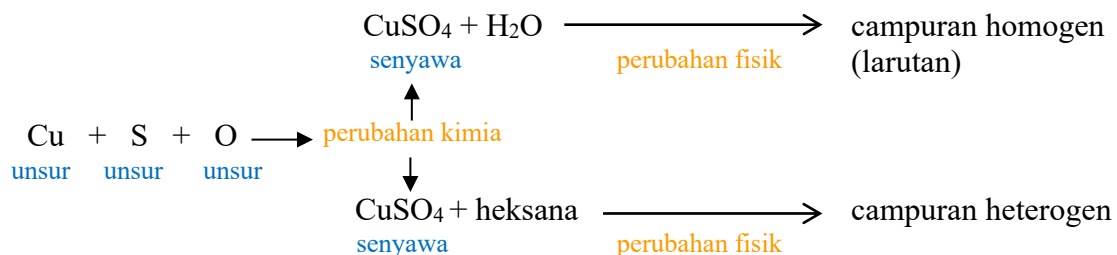
air + garam → campuran homogen (**larutan**)

air + pasir → campuran heterogen

Perubahan dari unsur menjadi senyawa disebut perubahan kimia, sedangkan perubahan dari zat menjadi campuran disebut perubahan fisik.

- Tembaga (dalam bentuk padat), sulfur (dalam bentuk padat), dan oksigen (dalam bentuk gas) dapat mengalami perubahan kimia membentuk senyawa tembaga (II) sulfat, CuSO_4 .
- Padatan tembaga (II) sulfat larut dalam air mengalami perubahan fisik menghasilkan campuran homogen (larutan).
- Padatan tembaga (II) sulfat tidak larut dalam heksana cair, menghasilkan campuran heterogen.

Ringkasan:



Latihan 1-1

1. Dalam klasifikasi materi, zat-zat ini disebut unsur, senyawa, campuran homogen, atau campuran heterogen?
 - a. Emas (Au).
 - b. Gula ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$).
 - c. Segelas sirup.
 - d. Sayur asem.
 - e. Bumbu gado-gado.
 - f. Asam sulfat (H_2SO_4).
 - g. Minuman Pocari Sweat.

2. Perubahan ini merupakan perubahan fisik atau kimia?
 - a. Sebatang paku besi menempel pada magnet.
 - b. Patung tembaga berubah warna dari coklat menjadi hijau.
 - c. Sebatang kayu mengambang dalam air.
 - d. Telor digoreng.
-

1-3 Pemisahan Campuran dan Penguraian Senyawa

Seringkali di laboratorium kimia ada pekerjaan tentang pemisahan campuran menjadi senyawa komponennya. Hal ini dilakukan dengan perubahan fisik. Metoda pemisahan yang digunakan pada laboratorium kimia umum adalah prosedur klasik yang sudah lama digunakan, seperti penyaringan. Sebagai contoh, campuran heterogen tembaga (II) sulfat dan heksana seperti pada Gambar 1-3, dipisahkan dengan menuang campuran melalui corong yang dilapisi kertas saringan berpori, maka cairan heksana akan menembus pori-pori kertas saring dan terkumpul di dasar gelas kimia, sedangkan padatan tembaga (II) sulfat akan tinggal di kertas saring. Pemisahan padatan dari cairan disebut penyaringan (filtrasi), seperti dapat dilihat pada Gambar 1-3. Campuran tembaga (II) sulfat dalam air adalah campuran homogen (larutan) dan tidak dapat dipisahkan dengan penyaringan, kedua komponen akan menembus pori-pori kertas saring. Campuran homogen (larutan) dapat dipisahkan dengan proses destilasi seperti pada Gambar 1-4. Larutan tembaga (II) sulfat dalam air dididihkan, maka air akan menguap. Uap air kemudian dialirkan melalui kondensor dan akan terkondensasi (mengembun) menjadi air kembali dan ditampung dalam wadah. Apabila semua air telah menguap, maka padatan tembaga (II) sulfat akan tinggal dalam labu. Proses destilasi ini termasuk sederhana, ada proses destilasi yang lebih umum yang disebut destilasi bertingkat, yang dapat digunakan untuk memisahkan lebih dari satu komponen berdasarkan perbedaan titik didih masing-masing komponen.



Gambar 1-3
Pemisahan campuran heterogen dengan cara penyaringan.

Tembaga (II) sulfat padat tinggal pada kertas saring, sedangkan heksana cair lewat menembus kertas saring.



Gambar 1-4
Pemisahan campuran homogen dengan destilasi sederhana.

Larutan tembaga (II) sulfat dalam air dipanaskan, air yang menguap dicairkan kembali dengan kondensor

1-4 Sistem Metrik Dalam Pengukuran

Pengamatan kuantitatif diperlukan dalam metoda ilmiah, oleh karena itu suatu obyek harus dibandingkan terhadap standar yang sudah diketahui nilai sifat-sifatnya. Standar yang paling dasar adalah standar untuk **massa, panjang, dan waktu**.

Panjang. Meter (**m**) adalah sistem metrik yang didasarkan pada standar panjang, pada mulanya meter didefinisikan sebagai 1/10.000.000 dari jarak pada permukaan laut dari kutub utara sampai katulistiwa sepanjang garis bujur, melalui Paris. Sistem metrik merupakan sistem desimal, beberapa unit perkalian dan subperkalian untuk menyatakan sifat yang diukur berbeda satu sama lain dengan faktor sepuluh. Sebagai contoh:

- kilo adalah **seribu kali** unit dasar,
- centi adalah **seperseratus kali** unit dasar,
- mili adalah **seperseribu kali** unit dasar.

Jadi, 1 **kilometer** (km) adalah 1000 m, 1 **centimeter** (cm) adalah 1/100 dari 1 m, dan 1 **milimeter** (mm) adalah 1/1000 dari 1 m. Selain itu, 1 **kilogram** (kg) adalah 1000 gram (g), dan 1 **miligram** (mg) adalah 1/1000 dari 1 g.

Massa. Massa merupakan **jumlah materi** dalam suatu obyek. Kilogram (**kg**) pada mulanya adalah massa dari 1000 centimeter kubik (cm^3) air pada 4°C dan pada tekanan atmosfer standar. Standar massa saat ini adalah silinder yang terbuat dari logam platinum-iridium yang disimpan di *International Bureau of Weights and Measures* di Sevre dekat Paris. Kilogram merupakan unit yang cukup besar untuk kebanyakan aplikasi kimia, oleh karena itu lebih umum digunakan unit gram (**g**).

Berat. Berat, yang menggambarkan gaya gravitasi dari suatu obyek, berbanding langsung dengan massa, dan dapat dinyatakan melalui persamaan matematik sederhana sebagai berikut:

$$W \sim m \text{ dan } W = gm$$

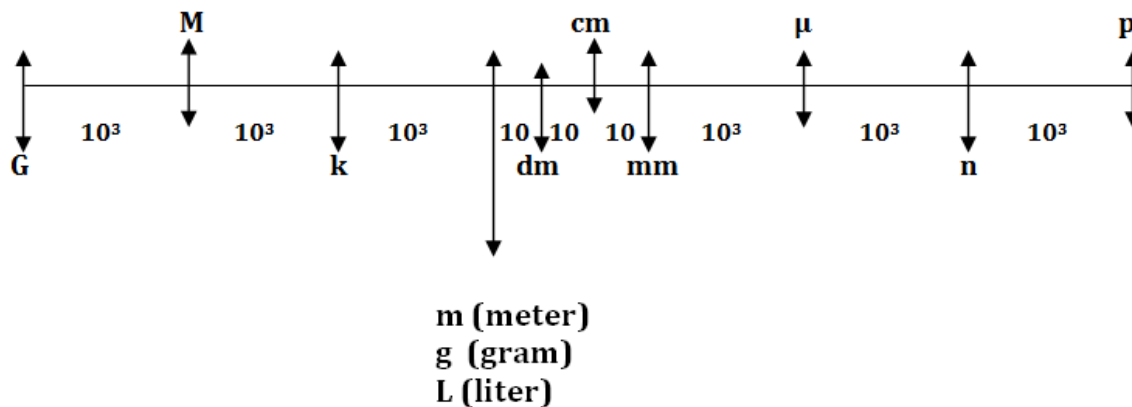
Suatu obyek mempunyai **massa** (m) yang **tetap**, terlepas dari dimana dan bagaimana pengukuran dilakukan. Sebaliknya, **berat** (W) dapat bervariasi karena **gravitasi** (g) bervariasi sedikit dari satu titik ke titik lain di bumi. Sebagai contoh, di luar angkasa dimana g menjadi sangat kecil karena jarak dengan bumi semakin jauh, maka suatu obyek dapat dikatakan tidak memiliki berat, meskipun massanya tidak berubah, tetap seperti massa di bumi. Istilah berat dan massa sering digunakan secara terbalik, akan tetapi hanya **massa** yang merupakan **ukuran kuantitas materi**.

Volume (isi). Meskipun penting, volume merupakan sifat yang tidak mendasar seperti massa, karena volume suatu obyek **bervariasi terhadap temperatur dan tekanan**, sedangkan massa tidak bervariasi terhadap temperatur dan tekanan. Volume mempunyai unit (panjang)³. Unit metrik dasar dari volume adalah meter kubik (**m³**), akan tetapi unit yang lebih sering digunakan adalah centimeter kubik (**cm³**). Ada satu unit lagi yang digunakan untuk volume yaitu liter (**l**). **Satu liter** didefinisikan sebagai volume dari **1000 cm³**, artinya satu mililiter (**1 ml**) sebanding dengan satu centimeter kubik (**1 cm³**). **Liter** juga sebanding dengan satu **decimeter kubik** (**1 dm³**).

Ringkasan. Unit ukuran yang paling umum digunakan adalah panjang, massa, dan volume (isi), dengan unit dasar meter (m), gram (g), dan liter (l).

panjang	massa	volume
m, km, dll	g, kg, dll	liter, cm ³ , dll

Gambaran yang lebih luas untuk unit ukuran dapat dilihat pada skala di bawah ini.



G=giga, M=mega, K=kilo, m=mili, μ=mikro, n=nano, p=piko

Latihan 1-2

1. 2,14 kg = g
2. 1316 mg = kg
3. 22,3 cm = mm
4. 1 μm = nm
5. $1,67 \times 10^{-4}$ L = ML
6. 120 dm³ = kL
7. $3,6 \times 10^6$ dL = cm³

1-5 Angka Berarti

Angka berarti adalah angka yang perlu dipertimbangkan dalam melakukan perhitungan, untuk meningkatkan ketepatan dalam perhitungan. Semakin besar jumlah angka berarti, semakin kecil ketidakpastian dalam pengukuran. Berikut ini adalah beberapa aturan yang sebaiknya digunakan untuk menetapkan berapa angka berarti yang ada pada suatu rangkaian angka.

1. Semua angka yang bukan 0 (nol) adalah angka berarti.

7,08 32,0012 40,90

2. Angka nol yang berada diantara angka berarti (disebut nol dalam) adalah angka berarti.

7,08 32,0012 40,90

3. Angka nol pada akhir suatu rangkaian angka dan terletak di sebelah kanan tanda koma desimal adalah angka berarti.

40,090

4. Angka nol di sebelah kiri angka bukan nol pertama, **bukan** angka berarti.

0,0008

Untuk menetapkan jumlah angka berarti dalam 7,08 dan 32,0012, gunakan aturan nomer 1 dan 2. Jadi ada **tiga** angka berarti pada 7,08 (7, 0, dan 8) dan **enam** angka berarti pada 32,0012 (3, 2, 0, 0, 1, dan 2). Untuk menetapkan jumlah angka berarti dalam 40,90, gunakan aturan nomer 1, 2, dan 3, jadi ada **empat** angka berarti pada 40,90 (4, 0, 9, dan 0). Menurut aturan nomer 1 dan 5, hanya ada satu angka berarti pada 0,0008 (yaitu 8).

Angka berarti dalam perhitungan. Ada beberapa cara untuk meningkatkan keakuratan hasil dengan pengukuran yang berulang-ulang dan penanganan data yang tepat. Meskipun demikian, sekali nilai terbaik dari kuantitas yang diukur sudah ditetapkan, keakuratan tidak dapat bertambah atau berkurang selama operasi aritmetik. Beberapa aturan sederhana terkait dengan angka berarti adalah sebagai berikut: hasil perkalian dan/atau pembagian mengandung angka berarti tidak lebih dari angka berarti **paling sedikit** dari rangkaian angka yang dikalikan atau dibagi.

$$\begin{array}{rclclcl}
 14,79 & \times & 12,11 & \times & 5,05 & = & 904,48985 \\
 (4 \text{ angka} & & (4 \text{ angka} & & (3 \text{ angka} & & (3 \text{ angka} \\
 \text{berarti}) & & \text{berarti}) & & \text{berarti}) & & \text{berarti})
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rclcl}
 14,79 & : & 12,116 & = & 1,2206999 \\
 (4 \text{ angka} & & (5 \text{ angka} & & (4 \text{ angka} \\
 \text{berarti}) & & \text{berarti}) & & \text{berarti})
 \end{array}$$

Hasil penambahan dan/atau pengurangan mengandung angka berarti sama dengan jumlah angka terkecil yang berada dibelakang titik desimal dari rangkaian angka yang ditambahkan atau dikurangkan.

15,02		(2 angka di kanan titik desimal)
9.986,0		(1 angka di kanan titik desimal)
3,518	+	(3 angka di kanan titik desimal)
10.004,538	=	10.004,5 (1 angka di kanan titik desimal)

Pembulatan. Apabila dibutuhkan hanya satu angka di belakang koma, maka dapat dilakukan pembulatan, dengan aturan sebagai berikut: kalau angka yang akan dibuang lebih besar dari 5,

maka angka terakhir dinaikkan satu unit, sedangkan kalau angka yang akan dibuang lebih kecil dari 5, maka angka terakhir dibiarkan tetap. Sebagai contoh, 32,67 dibulatkan menjadi 32,7 sedangkan 32,63 dibulatkan menjadi 32,6. Akan tetapi kalau angka yang akan dibuang adalah 5, aturan yang biasa digunakan adalah menaikkan angka terakhir sebanyak satu unit **kalau** dengan peningkatan tersebut angka terakhir menjadi genap, kalau tidak maka angka terakhir dibiarkan tetap. Jadi, 32,55 dapat dibulatkan menjadi 32,6, akan tetapi 32,45 dibulatkan menjadi 32,4.

1-6 Metoda Faktor Konversi (Analisis Dimensional)

Setiap pengukuran harus mempunyai unit satuan yang sesuai dengan yang diukur. Unit menunjukkan standar terhadap jumlah terukur sebagai pembanding. Jadi, logam dengan massa 7 g adalah tujuh kali massa dari standar gram. Banyak perhitungan dalam kimia memerlukan konversi dari satu unit ke unit lainnya, hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan faktor konversi. Sebagai contoh,

$$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$$

Kalau kedua sisi persamaan dibagi dengan 1 kg, maka

$$\frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ kg}} = \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}}$$

Pembilang dan penyebut di sebelah kiri adalah sama, dapat dihilangkan.

$$1 = \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}}$$

Pembilang dan penyebut di sebelah kanan persamaan di atas menunjukkan **massa yang sama**. Inilah yang menyebabkan perbandingan antara pembilang (1000 g) dan penyebut (1 kg) sama dengan 1. **Faktor konversi harus selalu mempunyai pembilang dan penyebut yang menunjukkan jumlah yang ekuivalen.**


Sebagai contoh, berapa gram (g) ada dalam 4 kilogram (kg)? Jumlah yang diukur adalah 4 kg dan mengalikan jumlah ini dengan 1 tidak merubah nilainya.

$$4 \text{ kg} \times 1 = 4 \text{ kg}$$

Sekarang ganti kg dengan ekuivalennya, yaitu faktor konversi $\frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}}$.

Hapuskan unit kg, dan lanjutkan melakukan perkalian yang diperlukan.

$$4 \text{ kg} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 4.000 \text{ g}$$

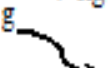
 ini adalah faktor yang merubah kg menjadi g

Contoh lain, berapa kg ada dalam 4000 g? Dalam hal ini tidak dapat digunakan faktor yang sama seperti pada penyelesaian di atas, karena akan terjadi sebagai berikut:

$$4000 \text{ g} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 4.000.000 \text{ g}^2/\text{kg}$$

Faktor konversi harus disusun dari kg ke g dengan cara membalikinya.

$$4000 \text{ g} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 4 \text{ kg}$$

 ini adalah faktor yang merubah g menjadi kg

Jadi ada dua hal penting, yaitu:

1. Ada dua cara untuk menuliskan faktor konversi, satu bentuk dan bentuk kebalikannya. Karena faktor konversi ekuivalen dengan 1, maka nilai ini tidak berubah kalau dibalik, akan tetapi
2. Faktor konversi harus digunakan sedemikian rupa supaya menghasilkan unit yang diinginkan untuk dihapus.

Cara yang paling baik untuk menyelesaikan perhitungan yang melibatkan faktor konversi adalah bahwa: **informasi yang dicari = informasi yang diberikan x faktor konversi**

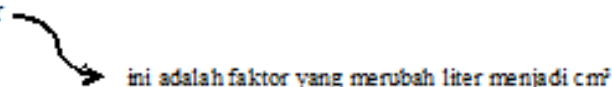
Apabila pernyataan di atas akan digunakan untuk menyelesaikan soal: berapa cm^3 volume dari 2 liter, maka jawabannya harus terdiri atas **dua** bagian, yaitu **jumlah dan unit satuan**. Jumlah harus ditentukan melalui perhitungan, sedangkan unit satuan yang dinyatakan dalam soal adalah cm^3 . **Informasi yang dicari** adalah cm^3 . **Informasi yang diberikan** adalah **2 liter** yaitu jumlah yang harus dikalikan dengan faktor konversi supaya menjadi cm^3 . Jadi, dapat dinyatakan dengan persamaan: **$\text{cm}^3 = 2 \text{ liter} \times \text{faktor konversi}$** .

Kadang-kadang pernyataan soal sudah mengandung faktor konversi yang diperlukan, dan kadang-kadang diharapkan untuk mengetahui atau dapat menurunkan faktor yang diperlukan.

Kunci dari penyelesaian soal dengan menggunakan metoda faktor konversi terletak pada pengetahuan dimana menemukan dan bagaimana menggunakan faktor konversi.

Telah diketahui bahwa 1 liter = 1000 cm³, maka unit satuan liter dihapus dan unit satuan cm³ tetap ada.

$$\text{cm}^3 = 2 \text{ liter} \times \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ liter}} = 2000 \text{ cm}^3$$



Contoh 1-1

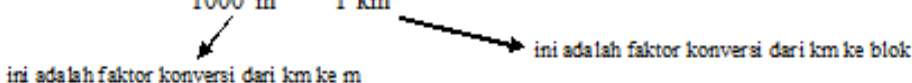
Di pusat kota akan disediakan jalan untuk pertandingan lari sepanjang 10.000 m. Kalau dalam 1 km ada 4 blok, berapa blok yang harus ditutup untuk menyediakan 10.000 m (diketahui bahwa 1 km = 1000 m).

Informasi yang dicari adalah blok, dan informasi yang diberikan adalah 10.000 m. Data yang diberikan adalah hubungan antara km dan blok, dan tidak ada kaitan langsung antara m dengan blok, maka informasi 10.000 m harus diubah terlebih dahulu menjadi km, baru kemudian dapat dikonversi ke blok.

Soal dapat diselesaikan dengan cara sebagai berikut: m → km → blok, maka:

blok = 10.000 m x faktor konversi m ke km x faktor konversi dari km ke blok

$$\text{blok} = 10.000 \text{ m} \times \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \times \frac{4 \text{ blok}}{1 \text{ km}} = 40 \text{ blok}$$



Untuk menghitung hasil suatu perhitungan, misal perkalian, maka semua satuan yang akan digunakan dalam proses perhitungan harus sama. Apabila tidak sama maka perlu dilakukan konversi (perubahan) ke satuan yang sama yang diinginkan. Sebagai contoh kalau kita menghitung luas dari suatu segitiga, maka luas adalah panjang alas segitiga dikalikan dengan setengah dari tinggi segitiga. Kalau satuan dari panjang alas segitiga tidak sama dengan tinggi

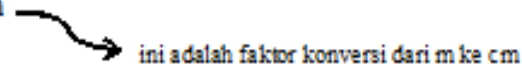
segitiga, misal panjang alas dalam m sedangkan tinggi dalam cm, maka kedua satuan tersebut harus disamakan terlebih dahulu, keduanya dijadikan m atau cm sesuai dengan apa yang diminta dalam soal.

Contoh 1-2

Hitung luas segitiga dalam cm^2 bila diketahui bahwa panjang alas segitiga adalah 5 cm dan tinggi segitiga adalah 0,08 m.

Karena diminta dalam cm^2 , maka satuan tinggi harus dirubah menjadi cm, artinya harus dihitung 0,08 m itu sama dengan berapa cm. Telah diketahui bahwa $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$, maka ini merupakan faktor konversi.

$$\text{Jadi, } 0,08 \text{ m} = 0,08 \text{ m} \times \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}} = 8 \text{ cm}$$

 ini adalah faktor konversi dari m ke cm

Maka luas segitiga = panjang alas x setengah tinggi = $5 \text{ cm} \times \frac{1}{2} \times 8 \text{ cm} = 20 \text{ cm}^2$

Persen sebagai Faktor Konversi. Faktor konversi juga dapat dinyatakan dalam persen (%). Kata 'cent' dari *percent* berasal dari kata Latin 'centum', yang berarti 100. Jadi, **persen** merujuk kepada **1 bagian terhadap 100 bagian** dari seluruh jumlah, atau dapat dinyatakan sebagai **1/100**. Jadi, pernyataan bahwa larutan NaCl dalam air mengandung 10% (% massa) NaCl berarti bahwa dalam 100 g larutan NaCl dalam air terdapat 10 g NaCl. Pernyataan ini dapat digambarkan melalui ekuivalen: $10 \text{ g NaCl} \approx 100 \text{ g larutan NaCl dalam air}$. Pernyataan dalam faktor konversi adalah

$$\frac{10 \text{ g NaCl}}{100 \text{ g larutan NaCl}} \text{ dan } \frac{100 \text{ g larutan NaCl}}{10 \text{ g NaCl}}$$

Contoh 1-3

Berapa gram NaCl terdapat dalam 200 g larutan NaCl dalam air, yang mengandung 10% NaCl (% massa).

Larutan NaCl dalam air mengandung 10% NaCl, artinya dalam 100 gram larutan NaCl dalam air terdapat 10 gram NaCl, dengan demikian maka 10/100 merupakan faktor konversi. Apabila larutannya 200 g, maka NaCl dalam 200 g larutan tersebut adalah:

$$\text{g NaCl} = 200 \text{ g larutan} \times \frac{10 \text{ g NaCl}}{100 \text{ g larutan}} = 20 \text{ gram NaCl}$$

Latihan 1-3

1. Kalau 1 km = 1000 m, maka 15 km = m.
 2. Kalau 1 cg = 100 g, maka 25 g = cg.
 3. Kalau 1 liter = 1000 ml dan 1 ml = 1 cm³, maka 2000 cm³ = liter.
 4. 1 m² = cm²
 5. 98 km/jam = meter/detik
 6. Hitung luas segiempat dengan panjang 10 cm dan lebar 0,4 m.
 7. Kandungan Na dalam larutan NaCl adalah 10% (% massa). Berapa gram larutan NaCl yang diperlukan untuk memperoleh 20 g NaCl.
-

1-7 Densitas (d)

Densitas adalah rasio (perbandingan) antara massa dan volume.

$$\text{densitas} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} \text{ g/cm}^3 \text{ atau } d = \frac{m}{v} \text{ g/ml}$$

Sifat *extensive* adalah sifat yang besarnya tergantung pada jumlah materi, sebagai contoh massa dan volum, keduanya adalah sifat *extensive*. Sifat *intensive* adalah sifat yang tidak tergantung pada jumlah materi, seperti densitas yang merupakan rasio antara massa dan volum.

Sifat *intensive* pada umumnya lebih dipilih dalam pekerjaan ilmu pengetahuan karena tidak tergantung pada jumlah materi yang dipelajari. Massa 1 liter air pada 4°C adalah 1 kg, maka densitas air pada kondisi ini adalah $\frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ liter}} = \frac{1000 \text{ g}}{1000 \text{ cm}^3} = 1 \text{ g/cm}^3$. Karena volume bervariasi

terhadap temperatur sedangkan massa konstan, maka **densitas adalah fungsi dari temperatur**. Pada temperatur yang berbeda, besarnya densitas berbeda pula, sebagai contoh pada 20°C densitas air adalah 0,99823 g/cm³, bukan 1. Banyak larutan (dalam air) sudah dapat

ditentukan dengan pasti densitasnya dan dapat dilihat pada tabel yang sudah dipublikasikan. Ada pertanyaan sebagai berikut: mana yang lebih besar, massa satu ton bata atau massa satu ton bulu. Jawaban yang benar adalah bahwa massa keduanya sama, karena massa adalah ukuran dari jumlah materi. Yang berbeda adalah densitasnya, materi pada bata lebih padat dibandingkan pada bulu, oleh karena itu volumenya lebih kecil, sehingga densitasnya lebih besar dibandingkan bulu.

Contoh 1-4

Selembar besi dengan panjang 2,1 m, lebar 4 dm, dan tebal 5,7 cm, mempunyai massa 4,5 kg. Hitung densitas dari besi dalam g/cm^3 .

1. Satuan dari panjang, lebar, dan tebal tidak sama, maka harus disamakan terlebih dahulu.

Karena satuan densitas diminta dalam g/cm^3 , maka semua satuan harus dirubah menjadi cm. Panjang besi = 2,1 m = 210 cm dan lebar besi = 4 dm = 40 cm.

2. Hitung volume (V) dari besi.

$$V = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} = 210 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} \times 5,7 \text{ cm} = 47.880 \text{ cm}^3$$

3. Nyatakan massa kayu dalam g

$$m = 4,5 \text{ kg} \times \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ kg}} = 4500 \text{ g}$$

4. Hitung densitas

$$d = \frac{m}{V} = \frac{4.500 \text{ g}}{47.880 \text{ cm}^3} = 0,094 \text{ g/cm}^3$$

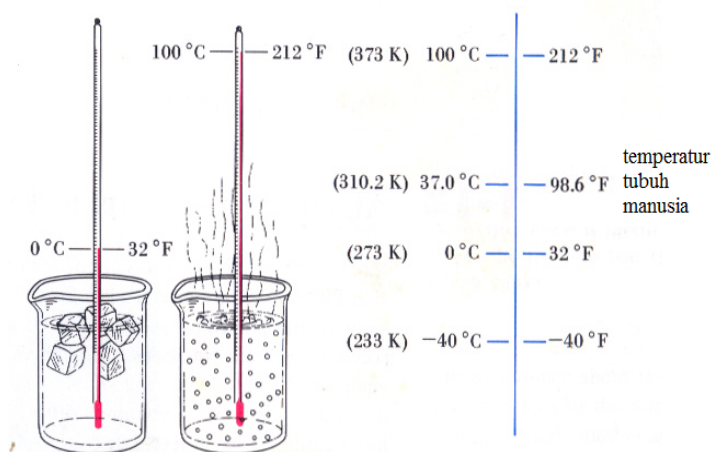
Latihan 1-4

1. Hitung volume dari 40 kg suatu zat dengan densitas $1,12 \text{ g/cm}^3$.
 2. Suatu gelas ukur berisi air menunjukkan volume 22 cm^3 . Ketika 46 g Fe dimasukkan ke dalam gelas ukur tersebut, volume menjadi $30,8 \text{ cm}^3$. Hitung densitas Fe.
-

1-8 Temperatur

Temperatur agak sulit ditentukan, meskipun sudah jelas temperatur itu apa. Kalau dikatakan bahwa temperatur adalah derajat 'panas' dari suatu obyek, maka pernyataan ini tidak terlalu

akurat, akan tetapi ada arti tertentu yang disampaikan. Kalau 2 obyek dengan temperatur yang berbeda disatukan, maka obyek yang lebih panas menjadi lebih dingin, sebaliknya obyek yang lebih dingin menjadi lebih panas. Sampai pada suatu saat kedua obyek mempunyai derajat ‘panas’ yang sama, maka disebut temperatur yang sama. **Temperatur dapat diukur berdasarkan efeknya pada sifat lain yang terukur.** Salah satu alat yang biasa digunakan untuk mengukur temperatur adalah termometer, yang didasarkan pada panjang kolom cairan (misal: air raksa) pada pipa kapiler dalam pipa gelas. Ketika temperatur termometer bertambah, air raksa akan memuai dan panjang dari kolom cairan bertambah. Untuk menetapkan skala temperatur, terlebih dahulu ditetapkan titik yang pasti untuk temperatur dan derajat perubahan temperatur. Dua titik pasti yang biasa digunakan adalah temperatur dimana es meleleh (titik es) dan temperatur dimana air mendidih (titik uap), keduanya pada tekanan atmosfer standar. Pada skala temperatur **Fahrenheit**, titik es adalah 32°F, titik uap adalah 212°F, dan jarak antara keduanya dibagi dalam 180 bagian-bagian yang sama, disebut derajat Fahrenheit (°F). Pada skala temperatur **Celsius**, titik es adalah 0°C, titik uap adalah 100°C, dan jarak antara keduanya dibagi dalam 100 bagian-bagian yang sama, disebut derajat Celsius (°C). Gambar 1-5 menunjukkan perbandingan skala temperatur antara Fahrenheit dan Celsius, termasuk persamaan yang dapat digunakan untuk mengkonversi keduanya. Secara internasional, ada skala temperatur **absolut**, dimana nilai nol diberikan kepada temperatur terendah yang masih mungkin, temperatur nol absolut ini adalah -273,15°C dan disebut skala **Kelvin**. Jarak pada skala Kelvin sama dengan skala Celsius. Hubungan antara skala Kelvin dan Celsius dapat dilihat pada Gambar 1-5.



Gambar 1-5

Perbandingan Skala Temperatur.

Persamaan untuk merubah temperatur dalam skala:

$$T \text{ (K)} = t \text{ (}^\circ\text{C)} + 273$$

$$t \text{ (}^\circ\text{C)} = \frac{5}{9}[t \text{ (}^\circ\text{F)} - 32]$$

$$t \text{ (}^\circ\text{F)} = \frac{9}{5}t \text{ (}^\circ\text{C)} + 32$$

Perubahan Temperatur. Skala yang paling sering digunakan adalah skala Celsius. Untuk beberapa perhitungan skala Celsius harus diubah ke skala Kelvin (misal untuk menentukan perilaku gas), dan untuk beberapa aplikasi teknik, temperatur Celsius harus diubah ke skala Fahrenheit. Konversi Celsius/Kelvin mudah karena kedua skala berbeda hanya pada lokasi derajat nol. Konversi Celsius/Fahrenheit lebih sulit karena kedua skala berbeda baik pada lokasi derajat nol dan juga pada derajat jaraknya.

- Temperatur 180 derajat Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) = temperatur 100 derajat Celsius ($^{\circ}\text{C}$)
- Jumlah derajat F (di atas titik es) = jumlah derajat C (di atas titik es) $\times \frac{180^{\circ}\text{C}}{100^{\circ}\text{C}}$
- Temperatur Fahrenheit = jumlah derajat Fahrenheit di atas titik es + 32
- $t(^{\circ}\text{F}) = [t(^{\circ}\text{C}) \times \frac{180}{100}] + 32 = [t(^{\circ}\text{C}) \times \frac{9}{5}] + 32$

Contoh 1-5

Nyatakan 400°F dalam $^{\circ}\text{C}$.

$$400^{\circ}\text{F} = \frac{5}{9} \times (400 - 32) = 204,44^{\circ}\text{C}$$

Latihan 1-5

1. Nyatakan 134°F dalam $^{\circ}\text{C}$.
 2. Nyatakan 400 K dalam $^{\circ}\text{C}$.
 3. Nyatakan 200°F dalam K.
-