

2 ATOM

- 2.1. Teori Atom**
- 2.2. Elektron**
- 2.3. Inti Atom**
- 2.4. Unsur-unsur Kimia**
- 2.5. Berat Atom**
- 2.6. Tetapan Avogadro dan Konsep Mol**
- 2.7. Perhitungan Tentang Konsep Mol**

Kecenderungan manusia untuk berpikir analitis, memecah masalah yang kompleks menjadi bagian-bagian yang lebih sederhana mungkin saja yang menjadi dasar berkembangnya ide bahwa materi dapat diuraikan menjadi unit terkecil yang disebut atom. Atom sebagai bagian dari materi merupakan konsep ilmu pengetahuan yang paling tua. Kata atom berasal dari bahasa Yunani *atomos* (a = tidak, tomos = memotong/memecah), yang berarti tidak dapat dipecah.

2-1 Teori Atom

Hukum Kekekalan Massa. Salah satu fenomena umum yang berperan penting dalam pengembangan teori atom adalah pembakaran. Antoine Lavoisier (1743-1794) menetapkan bahwa oksigen sangat penting dalam pembakaran, dimana gas oksigen dari udara digunakan dalam pembakaran dan tampaknya bereaksi dengan unsur lain sebagai bentuk hasil pembakaran. Dengan pengukuran massa yang seksama, Antoine Lavoisier memformulasikan dasar umum yang disebut Hukum Kekekalan Massa, yaitu bahwa **massa suatu senyawa sebelum reaksi sama dengan massa sesudah reaksi**. Atau dengan kata lain, **dalam reaksi kimia, massa tidak dapat dibuat atau dimusnahkan**.

Hukum Perbandingan Tetap. Joseph Proust (1754-1826) mengamati bahwa suatu senyawa, dari manapun asalnya, selalu memiliki persentase massa komponen penyusunnya yang sama. Penemuan ini menjadi dasar dari Hukum Perbandingan Tetap, yaitu bahwa **suatu senyawa mempunyai komposisi yang tetap**, dengan kata lain, senyawa tersebut mempunyai **perbandingan massa unsur-unsur pembuatnya yang tetap**.

Hukum Kekekalan Massa – Teori Atom Dalton. Dari tahun 1803-1808, John Dalton, menggunakan kedua hukum dasar tersebut diatas, Hukum Kekekalan Massa dan Hukum Perbandingan Tetap, untuk merumuskan teori atom yang disebut sebagai Teori Atom Dalton. Teori atom tersebut melibatkan tiga asumsi, yaitu:

1. Setiap unsur kimia terdiri atas partikel-partikel yang sangat kecil dan yang tidak dapat dimusnahkan, yang disebut atom. Dalam perubahan kimia, atom tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan.
2. Semua atom dari suatu unsur adalah identik (massa dan sifat-sifat lainnya), akan tetapi atom-atom dari satu unsur berbeda dengan atom-atom dari unsur yang lain.

3. Dalam senyawa kimia, atom-atom dari unsur yang berbeda mempunyai angka perbandingan yang sederhana, misal: satu atom A dan satu atom B (AB), satu atom A dan dua atom B (AB₂).

Apabila atom-atom dari suatu unsur tidak dapat dimusnahkan (asumsi 1), maka atom-atom tersebut juga harus ada baik sebelum maupun sesudah reaksi. Massa total reaktan (sebelum reaksi) dan produk (sesudah reaksi) harus sama, hal ini dinyatakan dalam teori Dalton sebagai **hukum kekekalan massa**. Apabila atom-atom dari suatu unsur adalah identik (asumsi 2), dan kalau atom-atom disatukan dengan perbandingan yang tetap (asumsi 3), maka **persen komposisi** dari suatu **senyawa** pasti suatu nilai yang **unik**, terlepas dari besar sampel yang dianalisis atau asalnya. Dengan demikian maka teori Dalton juga menjelaskan tentang hukum perbandingan tetap. Karakteristik massa dari atom suatu unsur seperti asumsi 2 di atas dikenal sebagai berat atom, dan Dalton berusaha menetapkan seperangkat berat atom relatif. Meskipun ada beberapa kesulitan yang dihadapi, akan tetapi teori Dalton berhasil menetapkan dasar untuk meramal Hukum Kelipatan Perbandingan (1805), yaitu **kalau dua unsur membentuk lebih dari satu senyawa, massa dari satu unsur yang terkombinasi dengan massa tertentu dari unsur kedua merupakan perbandingan yang sederhana**.

2-2 Elektron

Rasio muatan-massa. Dalam mempelajari muatan listrik melalui tabung hampa udara, Michael Faraday (1791-1867) menemukan bentuk radiasi yang disebut sinar katoda. Sinar katoda dipancarkan dari terminal negatif (katoda) menembus terminal positif (anoda). Belakangan ditemukan bahwa sinar katoda berjalan sebagai garis lurus, tidak tampak, dan memiliki sifat-sifat yang berdiri sendiri atau tidak tergantung pada materi awalnya. Dua sifat tambahan dari sinar katoda adalah bahwa ketika menembus gelas atau materi tertentu lainnya dapat menyebabkan fluoresensi, dan sinar katoda dibelokkan oleh medan listrik dan magnet seperti yang diharapkan untuk partikel dengan **muatan negatif**. Melalui percobaan yang menggunakan sinar katoda, kemudian J. J. Thomson (1856-1940), menemukan perbandingan muatan listrik (e) terhadap massa (m). Dari percobaan ini diperoleh hasil bahwa:

$e/m = -1,7588 \times 10^8$ coulombs per gram (e = sinar katoda/muatan listrik, m = massa). Hasil negatif disebabkan oleh karena sinar katoda bermuatan negatif, dengan demikian maka e/m menjadi negatif juga. Thomson juga menyimpulkan bahwa sinar katoda yang bermuatan

negatif merupakan **partikel pokok/dasar** dari semua materi untuk **semua** atom, partikel **bermuatan negatif** ini sama untuk setiap atom, dan oleh George Stoney (1874) diberi nama **elektron**. Robert Millikan (1868-1953) menetapkan muatan listrik e melalui sederetan percobaan 'tetes minyak' pada tahun 1906-1914, dimana ditetapkan bahwa muatan listrik, $e = -1,6022 \times 10^{-19}$ coulomb (C). Kombinasi harga e ini dengan harga yang akurat dari rasio muatan-massa sebuah elektron, akan menghasilkan massa sebuah elektron, yaitu: $9,1094 \times 10^{-28}$ g.

Ion positif. Partikel yang membawa muatan **positif** juga ditemukan dalam tabung katoda yang dimodifikasi. Berlawanan dengan sinar katoda, partikel sinar positif **bukan** merupakan **partikel pokok/dasar** dari materi. Rasio muatan-massa nya tergantung pada gas pembentuknya, dan beberapa sinar positif membawa jumlah kelipatan dari unit dasar muatan listrik. Meskipun partikel yang memiliki unit pokok/dasar dari muatan positif, yang disebut **proton**, ditemukan dalam sinar positif yang dihasilkan oleh hidrogen, akan tetapi proton baru berhasil diisolasi dan diketahui karakteristiknya pada tahun 1919. Meskipun demikian, penemuan sinar positif ini memang merupakan awal dari model atom yang dapat menjelaskan pembentukan atom yang bermuatan listrik yang dikenal sebagai ion. Secara sederhana, sinar positif adalah ion dalam bentuk gas yang bermuatan positif.

Sinar X. Pada tahun 1895, Wilhelm Roentgen (1845-1923) menunjukkan bahwa sinar katoda yang menembus materi dalam tabung sinar katoda akan menghasilkan sebuah tipe radiasi yang menyebabkan fluoresensi di luar tabung. Karena tidak mengetahui mengenai radiasi ini, Wilhelm Roentgen memberi nama radiasi tersebut sebagai sinar X, dan nama ini masih dipakai sampai sekarang. Roentgen menemukan bahwa sinar X tidak dibelokkan oleh medan listrik maupun medan magnet. Sinar X mempunyai daya tembus yang sangat tinggi sehingga banyak digunakan untuk melihat bagian dalam suatu obyek. Sinar X merupakan bentuk radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang kira-kira satu angstrom ($1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$).

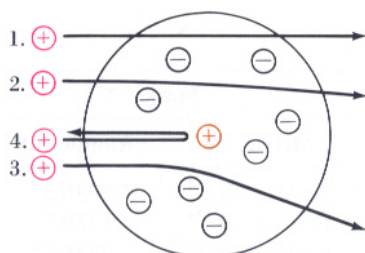
Radioaktivitas. Antoine Becquerel (1852-1908) menghubungkan pancaran sinar X dengan fluoresensi, dan bertanya apakah tanpa sinar katoda materi yang berfluoresensi akan menghasilkan sinar X. Antoine Becquerel kemudian melakukan beberapa percobaan untuk menjawab pertanyaan tersebut. Becquerel mengamati bahwa lempengan fotografik, yang dibungkus dengan kertas hitam dan ditutup dengan materi fluoresensi yang mengandung uranium, akan tampak meskipun disimpan dalam gelap dimana tidak mungkin terjadi

fluorosensi. Becquerel menemukan bahwa radiasi yang dipancarkan secara terus menerus oleh uranium akan membuat lempeng fotografik tampak, hal ini merupakan penemuan Becquerel tentang radioaktivitas. Ernest Rutherford (1871-1937) mengidentifikasi dua tipe radiasi materi radioaktif, yaitu alfa (α) dan beta (β). **Sinar alfa (α)** adalah partikel yang membawa dua unit dasar muatan **positif** dan memiliki massa yang sama dengan atom helium (He), dengan demikian maka partikel alfa identik dengan ion He^{2+} . Sedangkan **sinar beta (β)** adalah partikel bermuatan **negatif** yang identik dengan **elektron**. Bentuk radiasi ketiga adalah **sinar gamma (γ)**, yang merupakan radiasi elektromagnetik dengan daya tembus yang sangat tinggi. Pada awal tahun 1900, beberapa unsur radioaktif ditemukan, dan melalui hasil kerja dari Marie dan Pierre Curie, Rutherford, dan Frederick Soddy dihasilkan penemuan besar, yaitu bahwa sifat-sifat kimia dari unsur radioaktif berubah melalui peluruhan radioaktif. Pengamatan ini menyimpulkan bahwa radioaktivitas melibatkan perubahan mendasar pada tingkat sub-atom, dimana pada peluruhan radioaktif satu unsur berubah menjadi unsur lain melalui proses yang dikenal sebagai transmutasi.

2-3 Inti Atom

Pada tahun 1909, atas saran Rutherford, Hans Geiger dan Ernest Marsden menembaki selembar emas yang sangat tipis dan logam-logam lain dengan partikel alfa. Keberadaan partikel alfa dideteksi dari kilatan sinar waktu partikel alfa dihasilkan ketika menabrak kasa seng sulfida di ujung teleskop. Geiger dan Marsden mengamati bahwa:

1. Sebagian besar partikel alfa menembus lembaran tanpa dibelokkan (lurus).
2. Beberapa partikel alfa sedikit dibelokkan.
3. Sejumlah kecil partikel alfa sangat dibelokkan.
4. Sejumlah kecil partikel alfa dipantulkan kembali ke arah asalnya.



Gambar 2-1

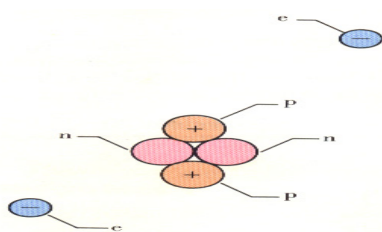
Penyebaran partikel alfa oleh lembaran tipis logam yang dikemukakan Rutherford.

1. Partikel alfa menembus atom tanpa dibelokkan (ini terjadi pada kebanyakan partikel alfa).
2. Partikel alfa sedikit dibelokkan ketika lewat dekat elektron.
3. Partikel alfa sangat dibelokkan ketika lewat dekat inti atom.
4. Partikel alfa dipantulkan kembali ketika mendekati inti atom

Model seperti pada Gambar 2-1 dikenal dengan model ‘*pudding plum*’, dan berdasarkan model ini Rutherford mengemukakan bahwa muatan positif dari atom sangat tersebar sehingga sebagian besar partikel alfa dapat melewati medan listrik lemah tanpa dibelokkan. Rutherford tidak menyangka bahwa ada beberapa partikel alfa yang sangat dibelokkan, berdasarkan penyebaran partikel alfa seperti yang terlihat pada Gambar 2-1 di atas Rutherford mengusulkan model inti atom sebagai berikut:

1. Sebagian besar massa dan seluruh muatan positif dari suatu atom terpusat di suatu daerah sempit di tengah yang disebut **inti**. **Atom pada umumnya adalah ruang kosong**.
2. Besarnya muatan positif berbeda untuk setiap atom dan kira-kira setengah kali berat atom unsur.
3. Ada sejumlah elektron di luar inti yang jumlahnya sama dengan muatan positif pada inti. Secara keseluruhan, **atom adalah netral secara listrik**.

Proton dan netron. Dalam mempelajari lintasan partikel alfa melalui udara, Rutherford (1919) menemukan bahwa partikel alfa dapat bergerak lebih jauh. Rutherford menyimpulkan bahwa ketika sebuah partikel alfa menabrak inti atom nitrogen di atmosfer, maka akan dihasilkan partikel yang membawa unit dasar bermuatan positif, yang disebut **proton**. Pada tahun 1932, James Chadwick menunjukkan bahwa sifat-sifat tipe radiasi baru dengan daya tembus tinggi yang ditemukan pada awal tahun 1930, dapat dijelaskan dengan baik melalui anggapan mengenai pancaran partikel netral, yang disebut **netron**, yang asalnya dari inti atom. Jadi baru sekitar 60 tahun terakhir dapat ditampilkan model atom seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2-2.



Gambar 2-2

Inti atom yang digambarkan melalui atom helium.

Elektron digambarkan jauh lebih dekat dengan inti dibandingkan keadaan sesungguhnya.

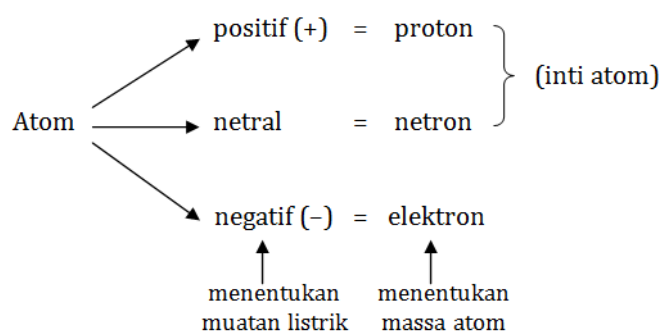
Atom terdiri atas **inti atom** yang terletak di pusat atom dan sejumlah elektron yang letaknya di luar inti atom. Inti atom terdiri atas **proton dan netron**, dan muatan inti atom ditentukan oleh jumlah proton. Inti atom mengandung sejumlah netron yang diperhitungkan dalam menentukan massa atom. Apabila jumlah proton dan elektron dalam suatu atom adalah sama, maka secara listrik, atom tersebut **netral**.

Ringkasan. Dari penjelasan di atas telah diketahui beberapa partikel dasar dari materi, akan tetapi perilaku dari atom tampaknya tergantung hanya pada jumlah proton, neutron, dan elektron. Tabel 2-1 di bawah ini menunjukkan massa dan muatan listrik dari ketiga partikel dasar dalam dua unit satuan, yaitu unit metrik dan unit atom. Sebuah **elektron** membawa unit atom muatan listrik **negatif**. Sebuah **proton** membawa unit atom muatan **positif**. Unit massa atom ditetapkan sebagai 1/12 massa atom carbon-12. Unit massa atom disingkat *amu* (*atomic mass unit*) atau sma (satuan massa atom). Apabila dibandingkan, massa dari elektron sangat kecil.

Tabel 2-1
Sifat-sifat dari Tiga Partikel Dasar.

Partikel Dasar Atom	Muatan Listrik		Massa	
	Coulomb	Atom	Gram	Atom (sma)
1. proton	+ 1,602 x 10 ⁻¹⁹	+ 1	1,673 x 10 ⁻²⁴	1,0073
2. neutron	0	0	1,675 x 10 ⁻²⁴	1,0087
3. elektron	- 1,602 x 10 ⁻¹⁹	- 1	9,109 x 10 ⁻²⁸	0,00055

Jumlah proton pada inti atom disebut **nomor atom (Z)**. **Jumlah elektron**, pada atom yang secara listrik **netral**, sama dengan jumlah proton (nomor atom). Massa atom ditetapkan sebagai **jumlah proton dan neutron**, yang disebut **nomor massa (A)**. Dengan demikian maka jumlah **neutron** dalam atom adalah **A dikurangi Z**.



2-4 Unsur-unsur Kimia

Semua atom dari suatu unsur tertentu mempunyai nomor atom (Z) yang sama. Saat ini dikenal unsur-unsur dengan nomor atom lebih dari 100. Setiap unsur memiliki nama dan simbol tertentu. Untuk sebagian besar unsur, **simbol** adalah **huruf besar pertama** dari nama unsur

dalam **bahasa Inggris**, atau **huruf besar pertama dilanjutkan dengan huruf kecil kedua** dari nama unsur dalam **bahasa Inggris**.

Nitrogen	-	N	Carbon	-	C
Natrium	-	Na	Cobalt	-	Co
Neon	-	Ne	Calcium	-	Ca
Nickel	-	Ni	Cesium	-	Ce

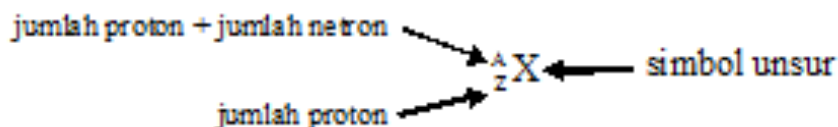
Beberapa unsur, simbolnya diambil dari nama dalam **bahasa Latin**.

Iron	-	Fe	dari kata <i>Ferum</i>
Copper	-	Cu	dari kata <i>Cuprum</i>
Lead	-	Pb	dari kata <i>Plumbum</i>

Selain itu ada juga yang diambil dari nama dalam **bahasa Jerman**.

Tungsten	-	W	dari kata <i>Wolfram</i>
----------	---	---	--------------------------

Untuk menyatakan komposisi atom, harus ditunjukkan jumlah proton (p), neutron (n), dan elektron (e) pada atom tersebut. Hal ini dapat dilakukan dengan simbol sebagai berikut: A_ZX . Simbol ini menunjukkan bahwa atom adalah dari unsur X, yang mempunyai nomor atom Z yang merupakan jumlah proton, dan nomor massa A yang merupakan jumlah proton + neutron.



Contoh simbol unsur:



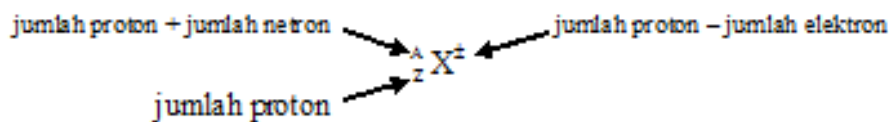
Salah satu unsur di atas adalah uranium (U) yang mempunyai 92 proton dan 146 neutron pada intinya dan 92 elektron di luar intinya.

Isotop. Bertentangan dengan asumsi Dalton, ternyata atom-atom suatu unsur tidak selalu mempunyai massa yang sama. Pada tahun 1912, J. J. Thomson mengukur rasio muatan-massa ion positif dari gas neon, dan menemukan bahwa 91% atom memiliki massa yang sama sedangkan sisanya memiliki massa yang 10% lebih berat. Semua atom neon memiliki sepuluh proton di intinya, dan hampir semuanya memiliki sepuluh neutron. Beberapa atom neon

memiliki 11 neutron dan beberapa lainnya memiliki 12 neutron. Tiga jenis atom neon yang berbeda dapat digambarkan sebagai berikut: ${}_{10}^{20}\text{Ne}$, ${}_{10}^{21}\text{Ne}$, ${}_{10}^{22}\text{Ne}$

Dua atau lebih atom dengan nomor atom (**Z**) yang **sama** tetapi nomor massa (**A**) **berbeda** disebut **isotop**. Contoh lain dari isotop adalah ${}_{6}^{12}\text{C}$, ${}_{6}^{13}\text{C}$, ${}_{6}^{14}\text{C}$

Apabila atom kehilangan atau mendapat elektron, maka atom akan **bermuatan listrik**, dan disebut **ion**. Atom menjadi **ion positif** kalau **kehilangan elektron**, sedangkan menjadi **ion negatif** kalau **memperoleh elektron**. Untuk menentukan jumlah proton, neutron, dan elektron dalam sebuah ion, perlu diingat bahwa **jumlah proton tidak pernah berubah**, yang berubah adalah jumlah elektron. Ion ${}_{10}^{20}\text{Ne}^{+}$ memiliki sepuluh proton, sepuluh neutron, dan **sembilan** elektron. Sedangkan ${}_{10}^{22}\text{Ne}^{2+}$ memiliki sepuluh proton, dua belas neutron, dan **delapan** elektron. Dengan demikian maka **muatan ion** adalah jumlah **proton dikurangi** jumlah **elektron**.



Ringkasan.

Untuk atom netral:

Jumlah proton = nomor atom (**Z**) = tetap (tidak pernah berubah)

Jumlah proton = jumlah elektron

Jumlah proton + neutron = nomor massa (**A**) \rightarrow jumlah neutron = $A - Z$

Untuk ion:

Jumlah proton = nomor atom (**Z**) = tetap (tidak pernah berubah)

Jumlah proton + neutron = nomor massa (**A**) \rightarrow jumlah neutron = $A - Z$

Selisih jumlah proton dan elektron = muatan ion

Contoh 2-1

1. Hitung jumlah elektron, proton, dan neutron dari unsur ini ${}_{26}^{56}\text{Fe}$.
2. Tuliskan simbol yang sesuai untuk spesies yang memiliki 17 proton, 25 neutron, dan 19 elektron.

Ketika menggunakan simbol A_ZX perlu diperhatikan apakah spesies adalah atom netral atau ion. Kalau atom netral, jumlah $p = \text{jumlah } e = Z$ (nomor atom). Kalau spesies adalah ion, tentukan apakah jumlah elektron lebih kecil (ion positif) atau lebih besar (ion negatif) dari pada jumlah proton. Untuk spesies yang berbentuk atom netral maupun ion, jumlah netron adalah sama dengan $A - Z$.

1. ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ adalah atom netral karena tidak ada muatannya, dengan $Z=26$ dan $A=56$, maka: jumlah proton = 26, jumlah elektron = 26, dan jumlah netron = $A - Z = 56 - 26 = 30$.
2. Nomor massa $A = \text{jumlah proton} + \text{jumlah netron} = 17 + 25 = 42$. Jumlah proton pada spesies ini tidak sama dengan jumlah elektron, maka pasti merupakan spesies dengan muatan listrik (ion). Muatan ion = jumlah proton – jumlah elektron = $17 - 19 = -2$. Maka simbol spesies adalah ${}^{42}_{17}\text{X}^{-2}$

Latihan 2-1

1. Hitung jumlah elektron, proton dan netron dari unsur/ion di bawah ini.

- a. ${}^{88}_{38}\text{Sr}$ b. ${}^{209}_{83}\text{Bi}$ c. ${}^{59}_{28}\text{Ni}^{2+}$ d. ${}^{32}_{16}\text{S}^{2-}$

2. Tuliskan simbol yang sesuai untuk spesies yang memiliki:

- a. jumlah proton 42, netron 54, dan elektron 42.
- b. jumlah proton 25, netron 30, dan elektron 23.
- c. jumlah proton 53, netron 74, dan elektron 54.

2-5 Berat Atom

Berdasarkan perjanjian internasional, satu atom ${}^{12}_6\text{C}$ mempunyai massa 12 sma (satuan massa atom). Kemudian massa dari atom lainnya, relatif terhadap nilai 12 dari carbon-12, dapat ditetapkan dengan spektrofotometer massa. Berat atom adalah berat dari 1 buah atom dihitung relatif terhadap atom ${}^{12}_6\text{C}$

$$1 \text{ sma} = \frac{1}{12} \text{ massa } {}^{12}_6\text{C}$$

Untuk atom dengan lebih dari 1 isotop, berat atom adalah berat atom rata-rata. Berat atom dari masing-masing unsur sudah ditetapkan dan dapat dilihat pada tabel berkala, yang selalu ada dalam buku-buku kimia.

2-6 Tetapan Avogadro dan Konsep Mol

Dalam kimia, jumlah melibatkan jumlah atom, ion, atau molekul. Akan tetapi, jumlah atom tidak dapat dihitung dengan cara yang biasa, harus dengan ukuran lain, dan biasanya adalah massa, yang berkaitan dengan jumlah atom. Untuk itu diperlukan **hubungan** antara **massa terukur** dari suatu unsur **dengan sejumlah tertentu atom** yang terkandung dalam massa tersebut. Berat atom suatu unsur ditetapkan dengan membandingkan massa dari sejumlah besar atom-atomnya dengan jumlah yang sama dari atom-atom dengan berat atom standar, yaitu carbon-12. Jumlah yang digunakan untuk keperluan ini adalah jumlah atom-atom yang ada dalam 12 g C-12. Jumlah ini disebut **Tetapan Avogadro**, dengan **simbol N_A** , yang memiliki nilai sebesar **$6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$** . Unit dari tetapan Avogadro (per mol) menghasilkan penetapan sejumlah zat yang disebut mol. **Satu mol zat adalah jumlah zat yang mengandung jumlah yang sama dari unit dasar atom C-12 dalam 12 g C-12.**

Setiap **mol** zat, apakah berbentuk unsur ataupun senyawa, akan **mengandung $6,02 \times 10^{23}$ buah partikel**, dimana partikel adalah atom (kalau zat berbentuk unsur) atau molekul (kalau zat berbentuk senyawa). Jadi,

1 mol karbon terdiri atas $6,02 \times 10^{23}$ atom C dan beratnya 12 g.

1 mol oksigen terdiri atas $6,02 \times 10^{23}$ atom O dan beratnya 16 g.

1 mol air (H_2O) terdiri atas $6,02 \times 10^{23}$ molekul H_2O dan beratnya 18 g.

Massa dari satu mol atom disebut massa molar, M , dengan satuan g/mol dan simbol A_r , dan dengan mudah dapat dilihat pada tabel berat atom.

$$\text{mol} = \frac{\text{massa (gram)}}{\text{Berat Atom } (A_r) \text{ atau Berat Molekul } (M_r)}$$

2-7 Perhitungan Tentang Konsep Mol

Semua perhitungan dalam kimia selalu melibatkan mol, karena **mol** merupakan **satuan utama** yang digunakan dalam **perhitungan kimia**.

Contoh 2-2

Tentukan jumlah atom K yang terdapat dalam $5,84 \times 10^{-7}$ mol K.

Faktor konversi yang diperlukan didasarkan pada tetapan Avogadro bahwa 1 mol K $\approx 6,02 \times 10^{23}$ atom K.

$$\text{jumlah atom K} = 5,84 \times 10^{-7} \text{ mol K} \times \frac{6,02 \times 10^{23} \text{ atom K}}{1 \text{ mol K}} = 3,52 \times 10^{17} \text{ atom K}$$

Contoh 2-3

Berapa mol Na terdapat dalam $4,51 \times 10^{17}$ buah atom Na.

Faktor konversi yang diperlukan didasarkan pada tetapan Avogadro, akan tetapi disini faktor kebalikannya yang digunakan pada Contoh 2-2.

$$\text{jumlah mol Na} = 4,51 \times 10^{17} \text{ atom Na} \times \frac{1 \text{ mol Na}}{6,02 \times 10^{23} \text{ atom Na}} = 7,49 \times 10^{-7} \text{ mol Na}$$

Contoh 2-4

Berapa g massa dari 10^{25} buah atom Na, A_r (massa molar) Na = 23 g/mol.

Tidak ada kaitan langsung antara jumlah atom dengan massa, yang ada adalah kaitan antara jumlah atom dengan mol (dengan menggunakan faktor konversi tetapan Avogadro) dan kaitan antara mol dengan massa molar (A_r), bahwa mol adalah massa dalam g dibagi dengan massa molar dalam g per mol. Maka harus dilakukan dua kali konversi sebagai berikut:

$$\text{g Na} = 10^{25} \text{ atom Na} \times \frac{1 \text{ mol Na}}{6,02 \times 10^{23} \text{ atom Na}} \times \frac{23 \text{ g Na}}{1 \text{ mol Na}} = 382 \text{ g}$$

Contoh 2-5

Persen oksigen (O) di udara adalah 21%. Berapa jumlah atom O dalam 850 mg udara (massa molar O = 16 g/mol, tetapan Avogadro = $6,02 \times 10^{23}$ partikel/mol).

Soal ini harus diselesaikan secara bertahap.

Pertama, merubah massa O dalam mg menjadi g, dengan menggunakan faktor konversi bahwa $1 \text{ g} = 10^3 \text{ mg}$, karena untuk menghitung mol, massa harus dalam g.

$$g \text{ O} = 850 \text{ mg O} \times \frac{1 \text{ g}}{10^3 \text{ mg}} = 0,85 \text{ g}$$

Kedua, merubah massa O menjadi jumlah mol O, dengan menggunakan faktor konversi bahwa mol adalah massa (g) dibagi dengan massa molar (g/mol).

$$\text{mol O} = \frac{0,85 \text{ g}}{16 \text{ g/mol}} = 0,053 \text{ mol}$$

Ketiga, merubah mol O menjadi jumlah atom O dengan menggunakan faktor konversi tetapan Avogadro.

$$\text{atom O} = 0,053 \text{ mol} \times \frac{6,02 \times 10^{23} \text{ atom O}}{\text{mol}} = 3,19 \times 10^{22} \text{ atom}$$

Keempat, menghitung jumlah atom O yang terdapat dalam udara dengan menggunakan faktor konversi 21%.

$$\text{atom O} = 3,19 \times 10^{22} \text{ atom O} \times \frac{21}{100} = 6,7 \times 10^{21} \text{ atom O}$$

Latihan 2-2

1. Berapa buah atom Cu terdapat dalam $1,54 \times 10^4$ mol Cu (tetapan Avogadro = $6,02 \times 10^{23}$ partikel/mol).
 2. Berapa mol Al terdapat dalam 21,5 g Al ($A_r \text{ Al} = 27$).
 3. Berapa mol Cu terdapat dalam $9,27 \times 10^{27}$ atom Cu (tetapan Avogadro = $6,02 \times 10^{23}$ partikel/mol).
 4. Berapa buah atom Mn terdapat dalam 78 mg Mn (tetapan Avogadro = $6,02 \times 10^{23}$ partikel/mol), $A_r \text{ Mn} = 55$).
 5. Berapa g massa dari $7,6 \times 10^{19}$ atom Al (tetapan Avogadro = $6,02 \times 10^{23}$ partikel/mol), $A_r \text{ Al} = 27$).
-