

# Jurnal Pembelajaran

ISSN 0216 - 0863

Volume 27, Nomor 02, Agustus 2004

ISI NOMOR INI

DARI REDAKSI

SISTEM ASESMEN UNTUK MENUNJANG KUALITAS PEMBELAJARAN  
Kumaidi

MODEL PEMBELAJARAN UNTUK MENANGGULANGI MISKONSEPSI  
BIDANG STUDI FISIKA DI SMU  
Nur Asma, dkk

PENGARUH TUTORIAL *ONLINE* PADA HASIL BELAJAR  
MAHASISWA PENDIDIKAN JARAK JAUH  
Tian Belawati

PORTOFOLIO DALAM PENILAIAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA  
SEKOLAH DASAR  
Mursal Dalais

PENINGKATAN AKTIVITAS BELAJAR STATISTIKA ELEMENTER  
MELALUI PEMBELAJARAN KOOPERATIF  
Syafriandi dan Fitriani Dwina

KONTRIBUSI PERSEPSI SISWA MENGENAI PENGAJARAN TERHADAP  
PRESTASI BELAJAR BAHASA INGGRIS  
Devi Rusli

PEMBELAJARAN KONSEP MOL DENGAN CARA FAKTOR-LABEL  
DAN CARA RUMUS  
Minda Azhar

KONTRIBUSI KOMITMENT DAN KOMUNIKASI INTERPERSONAL  
GURU SLTPN PADANG TIMUR  
Suheni dan Ediswal



Diterbitkan oleh Universitas Negeri Padang

Jurnal Pembelajaran	Vol 27	No. 02	Hlm. 93-208	Padang Agus 2004	ISSN 0126-0863
---------------------	--------	--------	-------------	------------------	----------------



# JURNAL PEMBELAJARAN

Volume 27, Nomor 02, Agustus 2004

<p><i>Pelindung:</i> Rektor Universitas Negeri Padang</p> <p><i>Penanggung Jawab:</i> PR I Universitas Negeri Padang</p> <p><i>Ketua Dewan Penyunting:</i> Jamaris Jamna</p> <p><i>Wakil Ketua:</i> Atmazaki</p> <p><i>Penyunting Pelaksana:</i> Adnan Fardi Hadiyanto Ermanto Jurlismen Radjab</p> <p><i>Penyunting Ahli:</i> Soly Abimanyu (UNM) Kumaidi (UMS) Suminto A. Sayuti (UNY) Dewa Komang Tantra (IKIP Singaraja) Abizar (UNP) Hasanuddin WS (UNP) Nasrun (UNP) Bustari Mughtar (UNP) Barhaya Ali (UNP) Ahmad Fauzan (UNP) Salfen Hasri (UNP) Lufri (UNP)</p> <p><i>Pelaksana Teknis:</i> P. Sctiawan Asmiarni Osna Kamil Netrawati</p> <p><i>Penerbit:</i> Universitas Negeri Padang Press</p> <p><i>Alamat Redaksi:</i> Lantai III Gedung Rektorat UNP Kampus UNP Air Tawar Padang Telp. (0751) 51260</p> <p>Terbit Sekali Empat Bulan April, Agustus, Desember) Terakreditasi Kpts. Ditjen Dikti Depdiknas No. 34/DIK/Kep/2003 Tanggal 10 Juni 2003</p>	<p>ISI NOMOR INI DARI REDAKSI</p> <p>SISTEM ASESMEN UNTUK MENUNJANG KUALITAS PEMBELAJARAN <b>Kumaidi</b> ..... 93</p> <p>MODEL PEMBELAJARAN UNTUK MENANGGULANGI MISKONSEPSI BIDANG STUDI FISIKA DI SMU <b>Nur Asma, dkk</b> ..... 107</p> <p>PENGARUH TUTORIAL <i>ONLINE</i> PADA HASIL BELAJAR MAHASISWA PENDIDIKAN JARAK JAUH <b>Tian Belawati</b> ..... 123</p> <p>PORTOFOLIO DALAM PENILAIAN HASIL BELAJAR MATEMATIKA SEKOLAH DASAR <b>Mursal Dalais</b> ..... 137</p> <p>PENINGKATAN AKTIVITAS BELAJAR STATISTIKA ELEMENTER MELALUI PEMBELAJARAN KOOPERATIF <b>Syafriandi dan Fitriani Dwina ...</b> 147</p> <p>KONTRIBUSI PERSEPSI SISWA MENGENAI PENGAJARAN TERHADAP PRESTASI BELAJAR BAHASA INGGRIS <b>Devi Rusli</b> ..... 165</p> <p>PEMBELAJARAN KONSEP MOL DENGAN CARA FAKTOR-LABEL DAN CARA RUMUS <b>Minda Azhar</b> ..... 177</p> <p>KONTRIBUSI KOMITMEN DAN KOMUNIKASI INTERPERSONAL GURU SLTPN PADANG TIMUR <b>Suheni dan Ediswal</b> ..... 195</p>
---	---

# PEMBELAJARAN KONSEP MOL DENGAN CARA FAKTOR-LABEL DAN CARA RUMUS

Minda Azhar

*Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA)  
Universitas Negeri Padang*

---

## Abstract

*For many students, solving numerical problems is often the most difficult part of chemistry course. This problem can be found in learning the mole concept, whereas it is the most important for all calculation of chemistry. Learning of the mole concept can be done by the factor-label and the formula method. The factor-label method uses the units associated with number as a guide in working out the arithmetic, while the formula method uses one and more formula. Learning by the factor-label method has preparedness for meaningful learning and ability of thinking compared to the formula method. The result of study of the mole concept with the factor-label method is higher than the formula method.*

**Kata kunci:** *konsep mol, cara faktor-label, faktor konversi, cara rumus.*

## Pendahuluan

Konsep mol adalah konsep yang penting dalam ilmu Kimia. Konsep mol merupakan jembatan yang menghubungkan dunia mikroskopik seperti atom, molekul, ion dengan dunia makroskopik seperti unsur dan senyawa. Konsep mol adalah titik pusat bagi semua perhitungan dalam ilmu kimia (Anshory, 1986). Konsep ini digunakan secara luas pada sebagian besar kimia yang berhubungan dengan perhitungan seperti stoikiometri, larutan dan kesetimbangan kimia. Menurut Brady (1990), pemecahan masalah yang berhubungan dengan perhitungan (angka) untuk kebanyakan siswa sering merupakan bagian yang paling sulit dari ilmu Kimia.



Konsep mol merupakan salah satu materi yang dimuat pada kurikulum kimia SMU 1975, 1984, 1994 dan kurikulum berbasis kompetensi. Konsep mol juga dipelajari pada mata kuliah Kimia Dasar di perguruan tinggi. Materi konsep mol diharapkan dapat dipahami lebih dahulu sebelum hubungan kuantitatif dalam suatu persamaan reaksi kimia dipelajari. Hal ini karena konsep mol adalah ukuran dasar untuk menghubungkan secara kuantitatif dari reaktan ke produk dalam suatu reaksi kimia dan konsep mol membuat semua perhitungan stoikiometri menjadi lebih jelas (Goates, *et all* 1981). Dengan demikian, pemahaman konsep mol yang baik akan mempermudah mempelajari stoikiometri, larutan dan kesetimbangan kimia sebagai materi lanjutannya.

Pemahaman konsep mol dapat dilakukan melalui dua pendekatan. Pendekatan pertama dengan cara faktor-label dan kedua dengan cara rumus. Cara faktor-label diistilahkan juga dengan analisis dimensional (Denniston, *et.all*, 2004). Pada cara ini digunakan satu atau lebih faktor konversi. Sebuah faktor konversi merupakan hubungan antara dua satuan atau kuantitas yang dinyatakan dalam bentuk pecahan (Williams, 2003). Tiap faktor konversi berperan untuk mengubah suatu satuan ke satuan yang lain. Penggunaan faktor konversi mengandalkan pada dua kebenaran yang berhubungan dengan matematika: (1) persamaan apa saja dapat diubah ke pecahan yang sama dengan satu; (2) jumlah yang sama pada pembilang dan penyebut dari pecahan dapat dicoret (Kroschwitz dan Winokur, 1985). Cara faktor-label merupakan cara pemecahan soal yang selalu menuliskan angka diikuti dengan satuannya. Banyak soal-soal yang ditemui dalam kimia dapat diselesaikan dengan baik sekali menggunakan cara ini (Wolve, 1984).

Cara rumus merupakan cara yang menggunakan satu atau lebih rumus. Pada cara ini, siswa hanya memasukkan data angka dari soal ke rumus. Dengan cara rumus memungkinkan siswa menjawab soal konsep mol yang memerlukan lebih dari dua rumus, langkah demi langkah yang tiap langkahnya terpisah. Rumus yang digunakan pada cara ini berasal dari proses induksi data kuantitatif atau deduksi matematika dari konsep-konsep yang berhubungan.

Penjelasan materi konsep mol dengan cara faktor-label dan cara rumus merupakan dua cara penjelasan yang dapat ditemui pada buku-buku kimia. Penjelasan materi konsep mol dengan cara faktor-label umumnya ditemui pada buku kimia berbahasa Inggris, sedangkan penjelasan materi konsep mol dengan cara rumus ditemui pada buku



kimia berbahasa Indonesia yang bukan buku terjemahan. Kedua cara pada buku-buku ini dapat digunakan untuk mempelajari konsep mol karena keduanya memberikan hasil yang benar. Dengan kata lain, kedua cara di atas dapat digunakan secara bebas.

Meskipun cara faktor-label dan cara rumus dapat digunakan untuk mempelajari materi konsep mol, namun yang menjadi pertanyaan adalah cara manakah yang memberikan hasil belajar yang lebih tinggi. Untuk menjawab pertanyaan tersebut, dianalisis kedua cara dari segi teori belajar, penalaran dan hasil penelitian yang relevan. Oleh sebab itu, pada artikel ini dimuat: pembelajaran konsep mol dengan cara faktor-label dan cara rumus diikuti dengan ulasan persamaan dan perbedaan kedua cara; teori belajar dan penalaran yang terkait dengan pembelajaran konsep mol dengan cara faktor-label dan cara rumus; serta penelitian yang relevan. Hasil analisis diharapkan dapat memberikan informasi tentang cara pembelajaran konsep mol yang lebih baik sehingga memberikan hasil belajar yang lebih baik pula.

### **Pembelajaran Konsep Mol dengan Cara Faktor-label dan Cara Rumus**

Topik-topik materi konsep mol menurut kurikulum berbasis kompetensi dan kurikulum kimia SMU 1994 pada prinsipnya tidak berbeda. Keduanya berisikan hukum perbandingan volume (Hukum Gay Lussac), bilangan Avogadro, massa molar dan volume molar. Pembahasan berikut akan meninjau masing-masing topik dengan cara faktor-label dan cara rumus.

#### ***Konsep Mol dengan Cara Faktor-label***

Faktor konversi dapat berasal dari sebuah persamaan atau dari sebuah perbandingan (Brady, 1990). Faktor konversi yang berasal dari sebuah persamaan diperoleh dengan membagi ke dua sisi persamaan dengan salah satu kuantitasnya.

Contoh :  $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$

Bila persamaan dibagi 100 cm, maka  $\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 1$  dan bila dibagi

dengan 1 m, maka  $1 = \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}}$ . Dengan demikian  $\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 1$

dan  $1 = \frac{100 \text{ cm}}{1 \text{ m}}$  merupakan faktor konversi dari  $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$

Faktor konversi yang berasal dari sebuah perbandingan dapat dilihat pada contoh di bawah ini.

Contoh: Seorang siswa memperoleh imbalan Rp 500 tiap jam. Contoh ini dapat ditulis

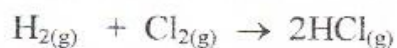
Rp 500 ~ 1 jam.

Faktor konversinya adalah  $\frac{\text{Rp } 500}{1 \text{ jam}}$  dan  $\frac{1 \text{ jam}}{\text{Rp } 500}$ .

### (1) Hukum Perbandingan Volume (Hukum Gay Lussac)

Pernyataan hukum perbandingan volume (Hukum Gay Lussac) adalah pada temperatur dan tekanan tetap, perbandingan volume gas-gas yang terlibat dalam suatu reaksi sesuai dengan koefisien reaksi masing-masing gas tersebut. Hal ini berarti jika salah satu gas sudah diketahui volumenya maka volume gas-gas lain pada persamaan reaksi tersebut dapat dicari.

Jika satuan volume digunakan Liter, maka faktor konversi untuk reaksi:



diantaranya  $\frac{1 \text{ L H}_2}{1 \text{ L Cl}_2}$  dan  $\frac{2 \text{ L HCl}}{1 \text{ L H}_2}$ .

Faktor konversi ini berturut-turut digunakan untuk menghitung volume gas H<sub>2</sub> jika volume gas Cl<sub>2</sub> diketahui untuk menghitung volume gas HCl jika volume gas H<sub>2</sub> diketahui.

Contoh soal : Persamaan reaksi pembakaran gas karbid adalah:



Berapa volume gas oksigen yang diperlukan untuk membakar 100 L gas karbid?

Penyelesaian :

Strategi : 100 L C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> → ? L O<sub>2</sub>

Pengubahan satuan :

Volume O<sub>2</sub> yang diperlukan :  $100 \text{ L C}_2\text{H}_2 \times \frac{5 \text{ L O}_2}{2 \text{ L C}_2\text{H}_2} =$

250 L O<sub>2</sub>



Kesalahan akan dapat dilihat jika menggunakan faktor konversi yang tidak tepat.

$$\begin{aligned} \text{Contoh: Volume O}_2 \text{ yang diperlukan : } & 100 \text{ L C}_2\text{H}_2 \times \frac{2 \text{ L C}_2\text{H}_2}{5 \text{ L O}_2} \\ & = 40 \text{ L } \frac{(\text{C}_2\text{H}_2)^2}{\text{O}_2} \end{aligned}$$

## (2) Bilangan Avogadro

Bilangan Avogadro dapat didefinisikan sebagai angka yang menunjukkan jumlah partikel dalam 1 mol zat. Berdasarkan eksperimen bilangan Avogadro ditemukan sebesar  $(6,022045 \pm 0,00003) \times 10^{23}$  dan disederhanakan menjadi  $6,02 \times 10^{23}$ . Dengan demikian, zat berupa unsur maupun senyawa bila mengandung partikel sebanyak bilangan  $6,02 \times 10^{23}$  disebut 1 mol.

Atom Ca sebanyak  $6,02 \times 10^{23}$  disebut 1 mol dan dapat ditulis 1 mol Ca =  $6,02 \times 10^{23}$  atom Ca. Seperti telah dikemukakan terdahulu, faktor konversi dapat berasal dari sebuah persamaan, maka faktor konversi dari persamaan 1 mol Ca =  $6,02 \times 10^{23}$  atom Ca adalah

$$\frac{1 \text{ mol Ca}}{6,02 \times 10^{23} \text{ atom Ca}} \text{ dan } \frac{6,02 \times 10^{23} \text{ atom Ca}}{1 \text{ mol Ca}}$$

Faktor konversi ini berturut-turut digunakan untuk mengubah atom Ca ke mol Ca dan mengubah mol Ca ke atom Ca.

Contoh soal : Berapa jumlah atom yang terdapat dalam 0,75 mol Ca ?

Penyelesaian :

Strategi : 0,75 mol Ca  $\rightarrow$  ? atom Ca

Pengubahan satuan :

$$0,75 \text{ mol Ca} = 0,75 \text{ mol Ca} \times 1$$

$$= 0,75 \text{ mol Ca} \times \frac{6,02 \times 10^{23} \text{ atom Ca}}{1 \text{ mol Ca}}$$

$$= 0,75 \times 6,02 \times 10^{23} \text{ atom Ca}$$

$$= 4,515 \times 10^{23} \text{ atom Ca}$$

Bila menggunakan faktor konversi yang tidak tepat, kesalahan dapat dilihat pada satuan yang tidak sesuai dengan satuan yang diinginkan. Untuk contoh soal di atas, penggunaan faktor konversi yang tidak tepat adalah:

$$\begin{aligned}
0,75 \text{ mol Ca} &= 0,75 \text{ mol Ca} \times 1 \\
&= 0,75 \text{ mol Ca} \times \frac{1 \text{ mol Ca}}{6,02 \times 10^{23} \text{ atom Ca}} \\
&= \frac{0,75(\text{mol Ca})^2}{6,02 \times 10^{23} \text{ atom Ca}}
\end{aligned}$$

### (3) Massa Molar dan Volume Molar

$A_r$  suatu unsur adalah perbandingan antara massa 1 atom unsur itu dengan  $1/12$  massa atom  $C=12$ . Massa 1 atom suatu unsur adalah sama dengan  $A_r$  SMA (Satuan Massa Atom) unsur itu ( $1 \text{ SMA} = 1,66 \times 10^{-24} \text{ g}$ ).

Jika dicari massa molar (massa 1 mol) suatu unsur atau senyawa dalam satuan gram, akan diperoleh angka yang sama dengan angka  $A_r$  atau  $M_r$  dari unsur atau senyawa tersebut. Dengan demikian jika data  $A_r$  diketahui, maka dapat ditentukan massa molar unsur atau senyawa.

Diketahui  $A_r \text{ Ca} = 40$ , maka  $1 \text{ mol Ca} = 40 \text{ g}$ . Untuk mengubah mol Ca ke g Ca atau sebaliknya digunakan faktor konversi yang berasal dari persamaan  $1 \text{ mol Ca} = 40 \text{ g Ca}$ .

Contoh soal : Berapa mol 20 g Ca ?

Penyelesaian :

Strategi :  $20 \text{ g Ca} \rightarrow ? \text{ mol Ca}$

Pengubahan satuan :

$$20 \text{ g Ca} = 20 \text{ g Ca} \times 1$$

$$= 20 \text{ g Ca} \times \frac{1 \text{ mol Ca}}{40 \text{ g Ca}}$$

$$= 0,5 \text{ mol Ca}$$

Massa molar dari unsur dan senyawa merupakan massa partikel (atom, atau molekul atau ion) sebesar bilangan Avogadro. Jadi bila  $A_r$  dan massa partikel diketahui akan dapat ditentukan jumlah partikel atau sebaliknya.

Contoh soal : Berapa massa  $3,01 \times 10^{25}$  atom Fe ? ( $A_r \text{ Fe}=56$ )

Penyelesaian:

Strategi :  $\text{atom Fe} \rightarrow ? \text{ mol Fe} \rightarrow ? \text{ g Fe}$

Pengubahan satuan :



$$\frac{3,01 \times 10^{25} \text{ atom Fe}}{6,02 \times 10^{23} \text{ atom Fe}} \times \frac{56 \text{ g Fe}}{1 \text{ mol Fe}} = \frac{3,01 \times 10^{25} \times 56}{6,02 \times 10^{23}} \text{ g Fe}$$

Pernyataan hukum Avogadro adalah pada suhu dan tekanan yang tetap, semua gas yang volumenya sama mengandung jumlah molekul yang sama. Dengan kata lain, volume 1 mol gas (volume molar gas) apa saja pada tekanan dan suhu yang tetap adalah sama. Percobaan yang dilakukan pada  $0^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1 atm, ditemukan 1 L gas  $\text{O}_2 = 1,429 \text{ g O}_2$ . Oleh sebab itu volume 1 mol gas  $\text{O}_2$  pada  $0^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 1 atm adalah:

$$\begin{aligned} 1 \text{ mol O}_2 &= 32 \text{ g O}_2 \\ &= 32 \text{ g O}_2 \times 1 \\ &= 32 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ L O}_2}{1,429 \text{ g O}_2} \\ &= 22,4 \text{ L O}_2 \end{aligned}$$

Sesuai dengan hukum Avogadro, dapat disimpulkan bahwa volume 1 mol gas apa saja pada  $0^{\circ}\text{C}$  dan 1 atm (*Standard temperature and pressure*, STP) adalah 22,4 L. Dengan demikian volume 1 mol gas  $\text{CH}_4$  pada STP adalah 22,4 L atau dapat ditulis 1 mol  $\text{CH}_4 = 22,4 \text{ L}$ . Persamaan 1 mol  $\text{CH}_4 = 22,4 \text{ L CH}_4$  dapat digunakan untuk mengubah mol  $\text{CH}_4$  ke L  $\text{CH}_4$  atau sebaliknya.

Contoh soal : Berapa mol 5,6 L  $\text{CH}_4$  pada  $0^{\circ}\text{C}$  dan 1 atm ?

Penyelesaian :

Strategi : L  $\text{CH}_4 \rightarrow ? \text{ mol CH}_4$

Pengubahan satuan :

$$\begin{aligned} 5,6 \text{ L CH}_4 &= 5,6 \text{ L CH}_4 \times \frac{1 \text{ mol CH}_4}{22,4 \text{ L CH}_4} \\ &= 0,25 \text{ mol CH}_4 \end{aligned}$$

Contoh soal : Berapa mg 44,8 L gas  $\text{SO}_3$  pada STP ?

Penyelesaian :

Strategi : L  $\text{SO}_3 \rightarrow ? \text{ mol SO}_3 \rightarrow ? \text{ g SO}_3 \rightarrow ? \text{ mg SO}_3$

Pengubahan satuan :

Pengubahan satuan :

$$44,8 \text{ L SO}_3 = 44,8 \text{ L SO}_3 \times \frac{1 \text{ mol SO}_3}{22,4 \text{ L SO}_3} \times \frac{80 \text{ g SO}_3}{1 \text{ mol SO}_3} \times \frac{1000 \text{ mg SO}_3}{1 \text{ g SO}_3} \\ = 160.000 \text{ mg SO}_3$$

Jika gas-gas bukan pada kondisi standar yaitu bukan pada  $0^\circ\text{C}$  atau bukan pada 1 atm; atau bukan pada 1 atm dan bukan pada  $0^\circ\text{C}$ . Penyelesaian soal-soal seperti ini harus dicari dulu volume 1 mol gas pada keadaan tersebut, selanjutnya persamaan yang ditemukan digunakan untuk penyelesaian soal.

Contoh soal : Berapa volume 2,2 g gas  $\text{CO}_2$  bila pada suhu dan tekanan yang sama 1 L gas  $\text{SO}_3$  massanya 2 g ?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{Volume 1 mol SO}_3 \text{ adalah} \\ 1 \text{ mol SO}_3 = 80 \text{ g SO}_3 \\ = 80 \text{ g SO}_3 \times \frac{1 \text{ L SO}_3}{2 \text{ g SO}_3} = 40 \text{ L SO}_3 \end{aligned}$$

Jika suhu dan tekanan sama, maka 1 mol  $\text{CO}_2 = 40 \text{ L CO}_2$

Strategi : g  $\text{CO}_2 \rightarrow ? \text{ mol CO}_2 \rightarrow ? \text{ L CO}_2$

Pengubahan satuan :

$$2,2 \text{ g CO}_2 = 2,2 \text{ g CO}_2 \times \frac{1 \text{ mol CO}_2}{44 \text{ g CO}_2} \times \frac{40 \text{ L CO}_2}{1 \text{ mol CO}_2} \\ = 2 \text{ L CO}_2$$

### ***Konsep Mol dengan Cara Rumus***

Pada cara rumus digunakan satu atau lebih rumus. Tiap rumus merupakan persamaan aljabar yang menghubungkan beberapa variabel (Kline, 1987). Sebuah rumus dapat berasal dari induksi data kuantitatif atau deduksi matematika dari dua atau lebih rumus.

#### **(1) Hukum Perbandingan Volume (Hukum Gay Lussac)**

Pernyataan hukum perbandingan volume adalah pada suhu dan tekanan yang tetap, perbandingan volume gas-gas yang terlibat dalam suatu reaksi sesuai dengan koefisien reaksi masing-masing gas tersebut. Untuk persamaan reaksi:

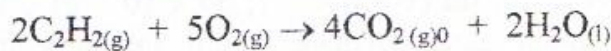




Jika salah satu gas diketahui volumenya, maka volume gas-gas lain pada persamaan reaksi itu dapat dicari dengan rumus berikut.

$$\text{Volume gas A} = \frac{\text{koef gas A}}{\text{koef gas B}} \times \text{volume gas B}$$

Contoh soal : Persamaan reaksi pembakaran gas karbid adalah



Berapa volume gas oksigen yang diperlukan untuk membakar 100 L gas karbid?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{Volume gas A} &= \frac{\text{koef gas A}}{\text{koef gas B}} \times \text{volume gas B} \\ &= \frac{5}{2} \times 100 \text{ L} \\ &= 250 \text{ L} \end{aligned}$$

## (2) Bilangan Avogadro

Bilangan Avogadro dapat didefinisikan sebagai angka yang menunjukkan jumlah partikel dalam 1 mol zat. Berdasarkan eksperimen, bilangan Avogadro ditemukan sebesar  $(6,022045 \pm 0,00003) \times 10^{23}$  dan disederhanakan menjadi  $6,02 \times 10^{23}$ . Dengan demikian, zat berupa unsur maupun senyawa bila mengandung partikel sebanyak bilangan  $6,02 \times 10^{23}$  disebut 1 mol.

Hubungan mol dengan jumlah partikel dapat ditulis sebagai berikut.

$$\text{Jumlah partikel} = \text{mol} \times 6,02 \times 10^{23}$$

$$\text{Mol} = \frac{\text{jumlah partikel}}{6,02 \times 10^{23}}$$

Rumus di atas digunakan untuk menentukan jumlah partikel dan mol suatu zat.

Contoh soal : Berapa jumlah atom yang terdapat dalam 0,75 mol Ca ?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah partikel} &= \text{mol} \times 6,02 \times 10^{23} \\ &= 0,75 \times 6,02 \times 10^{23} \\ &= 4,515 \times 10^{23} \end{aligned}$$

Jadi dalam 0,75 mol Ca terdapat  $4,515 \times 10^{23}$  atom Ca

### (3) Massa Molar dan Volume Molar

$A_r$  suatu unsur adalah perbandingan antara massa 1 atom unsur itu dengan 1/12 massa atom C=12. Massa 1 atom suatu unsur adalah sama dengan  $A_r$  SMA unsur itu (1 SMA =  $1,66 \times 10^{-24}$  g). Jika dicari massa molar suatu unsur atau senyawa dalam satuan gram, akan diperoleh angka yang sama dengan angka  $A_r$  atau  $M_r$  dari unsur atau senyawa tersebut. Hubungan antara mol dengan gram,  $A_r$  atau  $M_r$  dapat ditulis sebagai berikut.

$$\text{mol} = \frac{\text{gram}}{A_r}$$

$$A_r = \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$$

$$\text{mol} = \frac{\text{gram}}{M_r}$$

$$M_r = \frac{\text{gram}}{\text{mol}}$$

$$\text{gram} = \text{mol} \times A_r$$

$$\text{gram} = \text{mol} \times M_r$$

Rumus-rumus di atas digunakan untuk menentukan mol,  $A_r$ ,  $M_r$  atau massa suatu zat.

Contoh soal : Berapa mol 20 gram Ca ? ( $A_r$  Ca = 40)

Penyelesaian :

$$\text{mol} = \frac{\text{gram}}{A_r} = \frac{20}{40} = 0,5$$

Contoh soal: Berapa massa  $3,01 \times 10^{25}$  atom Fe ? ( $A_r$  Fe =56)

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{Mol} &= \frac{\text{jumlah partikel}}{6,02 \times 10^{23}} \\ &= \frac{3,01 \times 10^{25}}{6,02 \times 10^{23}} \\ &= 50 \end{aligned}$$

$$\text{mol} = \frac{\text{gram}}{A_r}$$



$$\begin{aligned} \text{gram} &= \text{mol} \times A_r \\ \text{gram} &= 50 \times 56 \\ &= 2800 \end{aligned}$$

Jadi massa  $3,01 \times 10^{25}$  atom Fe adalah 2800 gram

Pernyataan hukum Avogadro adalah pada suhu dan tekanan yang tetap, semua gas yang volumenya sama mengandung jumlah molekul yang sama. Dengan kata lain, volume 1 mol gas (volume molar gas) apa saja pada tekanan dan suhu yang tetap adalah sama. Percobaan yang dilakukan pada  $0^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm, ditemukan 1 L gas  $\text{O}_2 = 1,429 \text{ g O}_2$ . Oleh sebab itu volume 1 mol gas  $\text{O}_2$  pada  $0^\circ\text{C}$  dan tekanan 1 atm adalah:

$$\begin{aligned} 1 \text{ mol O}_2 &= 32 \text{ g O}_2 \\ &= 32 \text{ g O}_2 \times 1 \\ &= 32 \text{ g O}_2 \times \frac{1 \text{ L O}_2}{1,429 \text{ g O}_2} \\ &= 22,4 \text{ L O}_2 \end{aligned}$$

Dengan demikian volume molar gas (VMG) pada STP adalah 22,4 L.

Berdasarkan hukum Avogadro dapat dinyatakan bahwa pada  $0^\circ\text{C}$  dan 1 atm (STP), 1 mol gas lain akan mempunyai volume yang sama dengan volume gas  $\text{O}_2$ . Untuk menentukan volume dan mol gas pada  $0^\circ\text{C}$  dan 1 atm berturut-turut digunakan rumus :

$$\begin{aligned} L &= \text{mol} \times 22,4 \\ \text{Mol} &= \frac{L}{22,4} \end{aligned}$$

Untuk gas-gas yang bukan pada kondisi standar, harus dicari dulu volume molar gas (VMG) pada keadaan tersebut. Selanjutnya untuk mencari mol gas lain pada keadaan yang sama menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{Mol} &= \frac{L}{\text{VMG}} \\ L &= \text{mol} \times \text{VMG} \end{aligned}$$

Contoh soal : Berapa volume 2,2 g  $\text{CO}_2$  pada suhu dan tekanan yang sama dengan 1 L  $\text{SO}_3$  massanya 2 g ? (  $A_r$  C=12; O=16 ; S=2)

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} &\text{Pertama kali dicari volume 1 mol SO}_3 \\ 1 \text{ L SO}_3 &= 2 \text{ g} \end{aligned}$$

$$= \frac{2}{80} \text{ mol}$$

1 mol SO<sub>3</sub> = 40 L

$$\text{mol} = \frac{\text{gram}}{M_r}$$

$$= \frac{2,2}{44}$$

$$= 0,05$$

$$\text{Mol} = \frac{L}{\text{VMG}}$$

$$L = \text{mol} \times \text{VMG}$$

$$L = 0,05 \times 40$$

$$= 2$$

Jadi volume 2,2 g CO<sub>2</sub> adalah 2 L.

Jika diperhatikan secara seksama, dapat ditemukan beberapa persamaan dan perbedaan antara kedua cara. Persamaan-persamaan antara lain: (1) materi pelajaran kedua cara sama; (2) jika ditinjau dari kaitan-kaitan fungsional dalam materinya, maka kedua cara termasuk kelompok materi yang berstruktur; (3) dalam menemukan jawaban soal konsep mol baik dengan cara faktor-label maupun dengan cara rumus diperlukan satu atau lebih tahap. Tahap-tahap yang harus dilalui pada kedua cara (untuk soal yang sama) adalah relatif sama jumlahnya.

Perbedaan antara kedua cara antara lain berikut ini. Pertama, cara faktor-label dimulai dari yang khusus, selanjutnya sampai ke hal yang umum, sedangkan cara rumus dimulai dari hal yang umum menuju ke hal yang khusus. Jadi dapat dikatakan pembelajaran dengan cara faktor-label menggunakan penalaran induktif dan pembelajaran dengan cara rumus menggunakan penalaran deduktif. Kedua, pembelajaran konsep mol dengan faktor-label bertolak dari konsep perbandingan dan persamaan yang telah dikenal siswa. Dengan demikian, pembelajaran konsep mol dengan cara faktor-label dimulai dari yang mudah. Sebaliknya, pembelajaran konsep mol dengan cara rumus bertolak dari menyatakan rumus. Rumus-rumus tersebut umumnya belum sepenuhnya dimengerti siswa. Jadi, dapat dikatakan bahwa pembelajaran konsep mol dengan cara rumus dimulai dari yang sulit. Ketiga, pada pembelajaran konsep mol dengan cara faktor-label, persamaan dan perbandingan sebagai titik tolak. Oleh sebab itu



persamaan dan perbandingan tersebut sering disebut berulang-ulang. Sebaliknya, pada pembelajaran konsep mol dengan cara rumus, rumus sebagai patokan. Oleh sebab itu rumus tersebut sering dibaca berulang-ulang. Keempat, pada pembelajaran konsep mol dengan cara faktor-label memungkinkan siswa menjawab materi konsep mol yang memerlukan lebih dari satu faktor konversi langkah demi langkah yang langkah pertama dengan langkah berikutnya dapat dirangkaikan. Sebaliknya, dengan cara rumus memungkinkan siswa menjawab langkah demi langkah tetapi tiap langkahnya terpisah. Kelima informasi baru lebih banyak diperlukan pada pembelajaran konsep mol dengan cara rumus dibandingkan dengan cara faktor-label. Dengan demikian cara faktor-label lebih sederhana dibandingkan dengan cara rumus. Keenam, pembelajaran konsep mol dengan cara faktor-label menggunakan satu atau lebih faktor konversi. Bila siswa menggunakan faktor konversi yang tidak tepat akan menghasilkan jawaban yang salah. Kesalahan ini dapat diketahui siswa dengan mudah. Sebaliknya, bila siswa menggunakan rumus yang salah, maka kesalahan tidak dapat diketahui siswa. Dengan demikian cara faktor-label menjadikan pekerjaan lebih teliti dibandingkan cara rumus.

### **Teori Belajar pada Cara Faktor-label dan Cara Rumus**

Jumlah informasi baru untuk mempelajari sesuatu mempengaruhi langkah untuk memproses informasi tersebut. Makin banyak jumlah informasi yang harus dipelajari siswa untuk memahami sesuatu, makin banyak langkah yang harus ditempuh dalam memproses informasi itu untuk mencapai kesimpulan (Dahar, 1986). Makin banyak yang harus dirangkaikan makin besar kesulitan yang dihadapi, karena kemungkinan suatu *chain* dilupakan (Nasution, 1987). Jika dilihat dari jumlah informasi yang diperlukan untuk mempelajari konsep mol dengan cara faktor-label dan cara rumus maka informasi baru lebih banyak diperlukan pada pembelajaran konsep mol dengan cara rumus dibandingkan dengan cara faktor-label. Demikian juga dengan informasi yang harus dirangkaikan siswa pada struktur kognitifnya, maka cara rumus lebih banyak.

Menurut Ausubel konsep baru tidak bisa dikembangkan dengan konsep yang telah diketahui, jika mempelajarinya dengan cara menghafal yang verbalitas. Menghafal yang verbalitas dapat terjadi bila siswa masih dalam tahap operasi konkret dihadapkan pada rumus-rumus abstrak (Hudoyo, 1980). Hal ini mengakibatkan rumus-rumus abstrak tersebut kurang menjadi bermakna baginya. Apakah hal ini dapat terjadi pada siswa Sekolah Menengah Umum (SMU)?



Berdasarkan hasil studi, sebagian besar siswa masih menggunakan pola berpikir konkret secara luas dengan arti kata masih banyak siswa tidak berfungsi berfikir formalnya (Amin, 1987). Dengan demikian dapat diduga, bila siswa SMU dihadapkan pada rumus abstrak menjadikan rumus tersebut kurang bermakna baginya.

Bagaimana untuk anak yang telah berada dalam tahap operasional formal? Anak dalam tahap operasional formal punya kemampuan untuk berfikir abstrak. Walaupun demikian, anak yang telah berada dalam cara berfikir yang lebih tinggi dapat kembali ke cara yang lebih rendah bila menghadapi konsep baru. Sebagaimana dikatakan Ausubel, sekalipun seorang mahasiswa (tahap berfikir formal), ia mula-mula biasanya cenderung ke pendekatan-pendekatan operasi konkret bila menghadapi konsep yang benar-benar baru (Hudoyo, 1980). Pelarian ke operasi konkret ini adalah usaha untuk memahami sesuatu konsep dengan cara yang lebih sederhana sebelum mengarah ke cara yang lebih rumit.

Penyajian materi pelajaran dari konkret menuju ke abstrak berbeda tingkat kesulitan yang dihadapi siswa bila pelajaran disajikan sebaliknya. Penyajian bahan pelajaran dianjurkan dimulai dari hal-hal yang konkret meningkat ke hal-hal yang abstrak (Amin, 1987). Anjuran Amin seiring dengan saran yang diajukan Bruner (Dahar, 1986).

Dengan memperhatikan pendapat-pendapat yang dikemukakan Ausubel, Amin dan Bruner di atas dapat dikatakan bahwa pembelajaran konsep mol dengan cara rumus lebih memungkinkan siswa belajar dengan cara menghafal yang verbalitas. Cara ini akan mengakibatkan pelajaran bersifat abstrak sehingga sulit dimengerti dan diingat. Sebaliknya, pembelajaran konsep mol dengan cara faktor-label dimulai dari konsep yang telah dikenal siswa dan bersifat lebih konkret. Oleh sebab itu, siswa lebih dapat menghindari belajar dengan cara menghafal yang verbalitas tersebut. Dengan demikian, pembelajaran konsep mol dengan cara faktor-label lebih memungkinkan siswa untuk belajar bermakna dibandingkan cara rumus.

### **Penalaran pada Cara Faktor-label dan Cara Rumus**

Penalaran adalah proses berfikir dalam rangka menarik kesimpulan melalui logika dengan langkah-langkah tertentu yang pada akhirnya membuahakan pengetahuan. Jika dilihat dari arah cara menarik kesimpulan, maka penalaran dapat dibagi dua yaitu penalaran dengan logika induktif dan penalaran dengan logika deduktif.



Penalaran dengan logika induktif dimulai dengan menggunakan pengertian-pengertian yang mempunyai ruang lingkup yang khas dan terbatas menuju ke pengertian yang bersifat umum. Selanjutnya secara induktif dari berbagai pengertian yang bersifat umum dapat lagi disimpulkan pengertian yang bersifat lebih umum. Jadi penalaran dengan logika induktif berangkat dari hal-hal yang khusus ke suatu kesimpulan yang bersifat umum (Suriasumantri, 1988). Penalaran seperti ini memungkinkan disusunnya pengetahuan secara sistematis yang mengarah kepada pengertian-pengertian yang makin lama makin bersifat fundamental.

Penalaran dengan logika deduktif adalah kegiatan berpikir yang sebaliknya dari penalaran dengan logika induktif. Penalaran dengan logika deduktif adalah penalaran yang berangkat dari hal-hal yang bersifat umum ke hal-hal yang lebih khusus. Jadi, penalaran dengan logika deduktif merupakan cara berfikir untuk menarik kesimpulan dari hal yang bersifat umum ke hal yang bersifat khusus. Cara ini memungkinkan karena hal yang lebih umum dipandang mengandung hal-hal yang khusus.

Pembelajaran konsep mol dengan cara rumus lebih sesuai dengan penalaran deduktif dan pembelajaran konsep mol dengan cara faktor-label lebih sesuai dengan penalaran induktif. Pembelajaran konsep mol dengan cara rumus berangkat dari hal yang lebih umum yaitu rumus menuju ke hal-hal yang lebih khusus yaitu pembahasan contoh dengan menggunakan rumus tersebut. Oleh sebab itu, pembelajaran konsep mol dengan cara rumus lebih menuntut siswa untuk berfikir dengan logika deduktif. Hal ini seiring juga dengan apa yang dikatakan Hudoyo (1980) bahwa pembelajaran cara deduktif adalah pembelajaran yang berangkat dari rumus ke contoh-contoh.

Sebaliknya, pembelajaran konsep mol dengan cara faktor-label menyebabkan siswa memahami materi konsep mol dari hal-hal yang khas. Siswa memahami sejumlah pengertian dari cara pembahasan materi konsep mol seperti cara pembahasan materi bilangan Avogadro, massa molar, volume molar gas. Namun dari cara pembahasan ini siswa dapat menarik pengertian yang lebih umum dan bersifat lebih fundamental. Oleh karena itu, pembelajaran konsep mol dengan cara faktor-label lebih menuntut siswa untuk berfikir dengan logika induktif



## Penelitian yang Relevan

Hasil belajar untuk aspek penerapan dengan menggunakan strategi induktif lebih baik daripada strategi deduktif (Syukri, 1986). Pengajaran hukum-hukum dasar dan konsep mol dengan strategi heuristik lebih baik dari pada pembelajaran dengan strategi ekspositorik (Andromeda, 1988). Kedua penelitian ini pada prinsipnya menemukan bahwa pembelajaran yang memungkinkan siswa untuk menggunakan penalaran induktif akan memperlihatkan hasil belajar aspek penerapan yang lebih baik bila dibandingkan menggunakan penalaran deduktif.

Pembelajaran konsep mol dengan cara faktor-label lebih menuntut siswa untuk berpikir dengan logika induktif. Sebaliknya, pembelajaran konsep mol dengan cara rumus lebih menuntut siswa untuk berpikir dengan logika deduktif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran konsep mol dengan cara faktor-label memberikan hasil belajar yang lebih tinggi dibandingkan cara rumus (Azhar, 1990), demikian juga untuk materi perhitungan kimia (Koto, 2002).

## Simpulan

Pembelajaran konsep mol dengan cara rumus lebih memungkinkan siswa belajar dengan cara menghafal yang verbalitas. Cara ini dapat mengakibatkan pelajaran menjadi bersifat abstrak. Sebaliknya, pada pembelajaran konsep mol dengan cara faktor-label dimulai dari konsep yang telah dikenal siswa dan bersifat lebih konkret, akibatnya siswa lebih dapat menghindari belajar dengan cara menghafal yang verbalitas tersebut. Dengan kata lain, pembelajaran konsep mol dengan cara faktor-label lebih memungkinkan untuk belajar bermakna dibandingkan cara rumus. Pembelajaran konsep mol dengan cara faktor-label lebih menuntut siswa untuk berpikir dengan logika induktif sedangkan pembelajaran konsep mol dengan cara rumus lebih menuntut siswa untuk berpikir dengan logika deduktif. Penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran konsep mol dengan cara faktor-label memperlihatkan hasil belajar yang lebih tinggi dibandingkan dengan cara rumus.

## Daftar Pustaka

- Amin, M. 1987. *Mengajarkan ilmu pengetahuan alam (IPA) dengan menggunakan metode "discovery" dan "inquiri"*. Jakarta: P2LPTK Depdikbud.



- Andromeda. 1988. Studi perbandingan pengajaran dengan strategi heuristik dan strategi ekspositorik terhadap hasil belajar siswa dalam pengajaran hukum-hukum dasar dan konsep mol di SMA Negeri Sicincin. *Tesis*. Padang: PPs IKIP.
- Anshory, I. 1986. *Penuntun pelajaran kimia berdasarkan kurikulum 1984*. Bandung: Ganeca Exact.
- Azhar, M. 1990. Studi perbandingan pengajaran konsep mol dengan cara faktor-label dan cara rumus terhadap hasil belajar siswa kelas I di SMA Negeri 2 Padang. *Tesis*. Padang: PPs IKIP.
- Brady, J.E. 1990. *General chemistry principles and structure*. New York: John Wiley & Sons.
- Dahar, R.W. 1986. *Pengelolaan pengajaran kimia*. Jakarta: Karunika.
- Denniston, KJ; Topping, J.J; Caret, R.L. 2004. *General, organic, and biochemistry*. New York : McGraw-Hill.
- Goates, J.R; Ott, J.B; Butler, E.A. 1981. *General chemistry*. New York: Harcourt Brace Jovanovich Inc.
- Hudoyo, H. 1980. *Metoda mengajar matematika*. Jakarta : Depdikbud.
- Kline, M. 1987. *Matematika, ilmu dalam perspektif*. Jakarta: Gramedia.
- Koto, S. 2002. Pengaruh pengajaran perhitungan kimia dengan cara faktor-label terhadap hasil belajar siswa kelas II di SMU Negeri 8 Padang. *Skripsi*. Padang: UNP.
- Kroschwitz, J.Q dan Winokur, M. 1985. *Chemistry general, organic, biological*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Nasution, S. 1987. *Berbagai pendekatan dalam proses belajar dan mengajar*. Jakarta: Bina Aksara.

- Syukri S. 1986. Studi perbandingan efektivitas pengajaran dengan strategi induktif dan pengajaran dengan strategi deduktif dalam bidang studi ilmu kimia di SMA Negeri 54 Jakarta. *Tesis*. Padang: Pascasarjana IKIP.
- Suriasumantri, J.S. 1988. *Filsafat ilmu sebuah pengantar populer*. Jakarta: Sinar Harapan.
- Williams, L.D. 2003. *Chemistry demystified*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Wolve, D.H. 1984. *Introduction to college chemistry*. New York: McGraw-Hill Book Company.