

## KERANCUAN PENGGUNAAN KONSEP VALENSI DALAM PENGAJARAN ILMU KIMIA

Oleh  
I Made Sukarna

### Abstrak

Telah dipelajari penyajian konsep valensi dalam beberapa buku teks ilmu kimia maupun buku-buku ilmu kimia SMTA yang beredar saat ini. Buku teks ilmu kimia umumnya tidak lagi memperkenalkan konsep valensi. Akan tetapi, di dalam buku-buku ilmu kimia SMTA yang beredar saat ini, dijumpai adanya kerancuan dan ketidakajegan dalam penggunaan konsep tersebut. Ditemukan pula penggunaan beberapa istilah yang sangat dekat dengan pengertian valensi, yaitu: daya ikat; muatan; tingkat valensi; nilai atom; martabat atom; valensi negatif; dan valensi positif serta bilangan oksidasi.

Telah ditelaah perkembangan konsep valensi dari waktu ke waktu, meliputi: konsep valensi berdasarkan patokan atom hidrogen; konsep valensi dihubungkan dengan muatan formal; elektrovalensi dan kovalensi serta konsep yang erat kaitannya dengan konsep valensi, yaitu konsep bilangan oksidasi.

Dalam makalah ini dicoba untuk memilih konsep valensi atau konsep yang erat kaitannya dengan hal tersebut untuk digunakan dalam pengajaran ilmu kimia pada umumnya dan pengajaran ilmu kimia di SMTA pada khususnya. Dari kajian konsep-konsep tersebut, dipilih bilangan oksidasi sebagai pengganti konsep valensi. Hal ini berakibat perlu dirubahnya urutan penyajian ilmu kimia di SMTA, yaitu diajarkannya pengertian konsep elektronegativitas dan konsep bilangan oksidasi pada subpokok bahasan ikatan kimia pada tahap awal.

### Pendahuluan

Istilah valensi masih dipakai dalam pengajaran ilmu kimia di SMTA. Hal ini dapat dilihat dalam buku-buku ilmu kimia SMTA yang beredar dan dipakai saat ini.

Konsep valensi pada buku-buku tersebut batasannya berpatokan pada atom hidrogen atau pada atom oksigen. Berdasarkan ini, valensi diartikan sebagai martabat; nilai; daya ikat suatu atom. Batasan di atas dikaitkan pula dengan

jenis ikatan yang terjadi antara dua atom dan dikaitkan pula dengan elektronegativitas atom dalam molekul sehingga valensi diartikan lagi sebagai garis ikatan (tangan valensi); muatan atom; dan bilangan oksidasi. Penggunaan konsep valensi di SMTA, biasanya untuk menjelaskan, antara lain terbentuknya rumus suatu senyawa, pemberian nama senyawa, mengetahui produk suatu reaksi dalam persamaan reaksi. Ada pula yang mencoba menghilangkan istilah valensi; dengan memakai istilah daya ikat, tanpa menjelaskan pengertiannya, untuk pemberian nama suatu senyawa. Akan tetapi, pada bagian lain dari buku tersebut dipakai istilah muatan dalam pemberian nama senyawa.

Bagaimanakah mengatasi kerancuan dan ketidakajegan dalam penggunaan istilah valensi ini? Konsep apakah yang dapat dipakai sebagai pengganti konsep tersebut? Dan bagaimanakah akibatnya terhadap urutan penyajian dalam pengajaran ilmu kimia di SMTA?

### Perkembangan Konsep Valensi

Valensi dapat didefinisikan sebagai kekuatan atau kemampuan suatu unsur untuk bergabung dengan unsur lain. Atom yang digunakan sebagai patokan untuk menentukan valensi suatu atom adalah atom hidrogen yang selalu univalen. Atom oksigen dalam  $H_2O$  adalah divalen; atom Cl dalam  $HCl$  adalah monovalen, dalam  $ClO_2$  adalah tetravalen, dalam  $HClO_3$  adalah pentavalen. Unsur dapat mempunyai valensi yang berbeda pada senyawa yang berbeda (Manku, 1980: 110).

Kata valensi biasanya digunakan dalam mendiskusikan ikatan kimia. Sayangnya kata valensi ini telah digunakan sebagai kata benda untuk memberi pengertian pada hal-hal yang berbeda. Seperti, digunakan untuk mengartikan muatan pada ion; jumlah atom yang terikat pada atom lain; dan pada kesempatan lain digunakan untuk mengartikan bilangan oksidasi. Mungkin definisi valensi atom yang sangat luas dipakai adalah jumlah atom hidrogen yang diikat atau dilepas oleh atom tersebut, dalam reaksi kimia. Valensi yang mempunyai banyak arti jelas membingungkan dalam mendiskusikan ikatan kimia (Anonim, 1964: 286).

Menurut Longuet-Higgins, valensi suatu atom dalam

suatu molekul dapat didefinisikan sebagai jumlah pasangan elektron ikatan,  $n$ , ditambah harga mutlak muatan formal atom tersebut,  $q$  (Longuet-Higgins, 1965: 65). Muatan formal suatu atom dalam molekul didefinisikan sebagai muatan terhitung atom dalam molekul tersebut. Muatan formal atom dalam senyawa dapat dihitung dengan rumus (Manku, 1980: 111):

$$q = z - u - \frac{1}{2}S,$$

di mana  $q$  = muatan formal,

$u$  = jumlah elektron yang tidak dipakai membentuk ikatan,

$S$  = jumlah elektron yang dipakai untuk membentuk ikatan di sekeliling atom dalam molekul,

$z$  = jumlah elektron terluar.

Dengan demikian, valensi atom yang dihubungkan dengan muatan formal atom dapat dihitung, dan hasilnya dapat dilihat pada tabel 1 (Longuet-Higgins, 1965: 65).

**Tabel 1**  
**Harga valensi ( $n + |q|$ ) beberapa atom pada spesiesnya (molekul atau ion)**

	Molekul atau ion							
	Na <sup>+</sup> Cl <sup>-</sup>		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> Cl <sup>-</sup>		R <sub>3</sub> P=O		R <sub>3</sub> P <sup>+</sup> -O <sup>-</sup>	
Atom	Na	Cl	N	Cl	P	O	P	O
Valensi = $n +  q $	1	1	5	1	5	2	5	2
	NH <sub>3</sub>		NH <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Hg <sup>2-</sup> (-I) <sub>4</sub>		
Atom	N		N	N	Hg	Hg		
Valensi = $n +  q $	3		3	5	2	6		

Valensi atom N pada ion NH<sub>2</sub><sup>-</sup> dan NH<sub>4</sub><sup>+</sup> pada tabel 1 di atas, tidak tetap; demikian pula valensi atom Hg pada ion Hg<sup>2+</sup> dan senyawa koordinasi (Hg<sup>2-</sup>(-I)<sub>4</sub>). Keadaan ini menyulitkan mendefinisikan valensi atom dalam spesiesnya. Untuk mengatasi hal ini Sidgwick mendefinisikan valensi sebagai ( $n + q$ ); di mana  $q$  adalah muatan formal positif (Longuet-Higgins, 1965: 65). Dengan batasan ini valensi Hg pada spesiesnya tersebut di atas berharga tetap sebesar dua.

Akan tetapi, pada berbagai spesies lainnya, seperti valensi atom N pada  $\text{NH}_2^-$  dan  $\text{NH}_4^+$ , masih berubah. Ini berarti, dengan batasan terakhir ini masih dijumpai kesulitan mendefinisikan valensi atom dalam spesiesnya. Oleh karena itu, Sidgwick menyatakan  $(n + q)$  sebagai elektrovalensi dan  $(n - q)$  sebagai kovalensi suatu atom dalam spesiesnya (Longuet-Higgins, 1965: 66). Harga elektrovalensi dan kovalensi atom dalam beberapa spesiesnya (molekul atau ion) disajikan pada tabel 2:

**Tabel 2**  
**Harga Elektrovalensi  $(n + q)$  dan kovalensi  $(n - q)$  atom dalam spesiesnya**

	Molekul atau ion				
	$\text{NH}_3$	$\text{NH}_2^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{R}_3\text{P}=\text{O}$	$\text{R}_3\text{P}^+-\text{O}^-$
Atom	N	N	N	P O	P O
Elektrovalensi	3	1	5	5 2	5 0
Kovalensi	3	3	3	5 2	5 2
	$\text{C}^- \equiv \text{O}^+ \quad \text{C}=\text{O} \quad \text{O}=\text{C}=\text{O} \quad \text{CH}_4$				
Atom	C	O	C O	O C	C
Elektrovalensi	2	4	2 2	2 4	4
Kovalensi	4	2	2 2	2 4	4

Pada tabel 2 tersebut, dapat diketahui bahwa harga elektrovalensi  $(n + q)$  atau kovalensi  $(n - q)$  suatu atom dalam beberapa spesiesnya tetap. Dengan melihat atom yang elektrovalensinya tetap atau yang kovalensinya tetap pada beberapa spesiesnya, ditegaskan bahwa untuk atom-atom yang elektropositif selalu dikaitkan dengan elektrovalensi atom tersebut; sedangkan untuk atom-atom elektronegatif, selalu dikaitkan dengan kovalensi atom tersebut (Longuet-Higgins, 1965: 66). Elektrovalensi C dalam  $\text{C}^- \equiv \text{O}^+$  dan  $\text{C}=\text{O}$  tetap sebesar dua, tetapi elektrovalensi atom karbon dalam karbon dioksida dan metana berharga empat. Atom C pada senyawa karbon dioksida dan metana ini dikatakan ada dalam "keadaan oksidasi lebih tinggi" (Longuet-Higgins,

1965: 66). Untuk keadaan seperti di atas Coulson memakai istilah "keadaan valensi" dengan mengatakan: "Jika elektron dari atom karbon atau atom lain ditempatkan dalam orbital hibrida, atom tersebut dieksitasi atau dipromosikan ke suatu "keadaan valensi" (Coulson, 1951: 205).

#### **Bilangan Oksidasi**

Menurut Nyman, King, Weyh, Oxidation number are the apparent charges that atom have if the electrons in the compound were distributed among atom in a very arbitrary fashion" (Nyman dkk, 1980: 43).

Menurut Manku, "Oxydation number of an element in a compound is the total number of electrons it appears to have gained or lost, when the bonding electrons are supposed to be present on the more electronegative atom i.e, the compound is considered to be purely ionic" (Manku, 1980: 110).

Menurut kedua batasan tersebut, bilangan oksidasi merupakan muatan seolah-olah yang dimiliki atom dalam senyawa bila distribusi elektron di sekitar atom unsur tersebut diperhitungkan berdasarkan nilai elektronegativitasnya, dengan ketentuan,

- a. distribusi elektron di antara dua unsur yang sama elektronegativitasnya dianggap sama.
- b. distribusi elektron di antara dua unsur yang berbeda, dianggap semua elektronnya menjadi milik unsur yang lebih elektronegatif.

Dari batasan inilah muncul kaidah-kaidah bilangan oksidasi atom dalam molekul dan berlaku juga untuk senyawa ionik.

#### **Pembahasan**

Pengkajian perkembangan konsep valensi di atas, mengisyaratkan bahwa valensi suatu atom bisa didefinisikan bila rumus molekul atau ion yang dibentuk atom yang bersangkutan diketahui. Batasan valensi yang dinyatakan sebagai  $n + |q|$ , tidak tepat karena atom yang sama pada berbagai spesiesnya mempunyai harga  $n + |q|$  yang tidak sama. Oleh karena itu, digunakan konsep elektrovalensi ( $n + q$ ) dan kovalensi ( $n - q$ ) sebagai pengganti konsep valensi.

Menyebutkan valensi N dalam  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_2$ , dan  $\text{NH}_4$

sebesar tiga (3) adalah tidak tepat; yang tepat adalah kovalensi N dalam spesiesnya tersebut adalah tiga (3). Demikian pula menyebutkan valensi C pada  $C^- \equiv O^+$  dan  $C=O$  sebesar dua (2) adalah juga tidak tepat; yang tepat adalah elektrovalensi C dalam spesiesnya tersebut adalah dua (2). Dengan demikian, tidak dikenal lagi istilah valensi dalam pengajaran ilmu kimia. Buku-buku teks ilmu kimia di perguruan tinggi umumnya tidak lagi memakai istilah valensi untuk menjelaskan gejala-gejala kimia tertentu. Akan tetapi, dalam kebanyakan buku ilmu kimia SMTA yang beredar saat ini tetap menggunakan istilah valensi yang merupakan jumlah atom hidrogen atau atom oksigen yang terikat pada atom yang bersangkutan. Seperti, valensi atom O dalam  $H_2O$  adalah dua, valensi atom Cl dalam HCl adalah satu. Dengan diketahuinya rumus struktur  $H_2O$  sebagai  $H-O-H$  dan HCl sebagai  $H-Cl$ , kemudian diartikan valensi sebagai garis ikatan atau tangan valensi.

Mendefinisikan valensi suatu atom dalam suatu molekul yang ikatan kimianya dinyatakan dengan garis antara dua atom, tidaklah sulit karena hanya tinggal menghitung jumlah garis yang menghubungkan atom satu dengan atom yang lain. Akan tetapi tidak semua senyawa, rumus strukturnya dapat dinyatakan dengan garis. Seperti, senyawa ion rumusnya terbentuk dari dua spesies yang bermuatan listrik. Sehingga, timbul masalah untuk mendefinisikan valensi suatu atom dalam molekul atau ion tertentu sebagai garis ikatan atau tangan valensi. Demikian pula mengartikan valensi sebagai muatan, sebenarnya tidak berkaitan dengan konsep valensi berdasar atom hidrogen atau atom oksigen; melainkan menyangkut transfer elektron.

Beberapa senyawa pada tabel 2 terlihat bahwa elektrovalensi atau kovalensi atom dalam senyawanya sama dengan jumlah pasang elektron ikatan atau garis ikatan dan muatan, seperti pada senyawa  $C=O$ ,  $CH_4$ ,  $NH_3$ ,  $R_3P=O$ ,  $Na^+Cl^-$ ,  $Hg^{2+}$ . Jadi, dengan menghitung jumlah garis ikatan atau muatan dalam senyawanya, dapat diketahui elektrovalensi atau kovalensinya. Akan tetapi, untuk senyawa  $C^- \equiv O^+$ ,  $NH_2$ ,  $NH_4^+$  sulit menentukan jumlah garis ikatan maupun muatan masing-masing atom penyusunnya. Dengan demikian, konsep valensi yang berdasarkan hidrogen atau oksigen kemudian mengartikannya sebagai garis ikatan, tangan

valensi, muatan adalah sangat sempit.

Konsep valensi pada beberapa buku SMA, dikaitkan pula dengan elektronegativitas atom sehingga muncul pengertian valensi positif dan valensi negatif, tetapi tidak jelas pedomannya. Kalau berpedoman pada konsep terakhir (elektrovalensi dan kovalensi), tentunya tidak benar sebab konsep elektrovalensi dan kovalensi tidak mengenal harga positif dan negatif. Tentunya akan dapat dipahami, kalau yang dimaksudkan dengan valensi positif dan valensi negatif dalam buku-buku ilmu kimia yang beredar saat ini adalah bilangan oksidasi. Namun, tidak berarti elektrovalensi dan kovalensi sama dengan bilangan oksidasi. Elektrovalensi dan kovalensi menekankan pada daya gabung dari atom, sedangkan bilangan oksidasi menandai muatan yang dipunyai atom baik dalam keadaan bebas maupun bergabung.

Di Perguruan Tinggi konsep elektrovalensi dan kovalensi dapat diterapkan untuk menjelaskan gejala-gejala kimia tertentu. Misalnya, dalam pemberian nama suatu senyawa, khususnya senyawa ion.  $\text{Cu}_2\text{O}$  = tembaga (I) oksida;  $\text{CuO}$  = tembaga (II) oksida, angka romawi menyatakan elektrovalensi atom Cu karena Cu lebih elektropositif. Akan tetapi, buku-buku teks ilmu kimia dasar di Perguruan Tinggi umumnya tidak memakai konsep elektrovalensi dan kovalensi ini karena kedua konsep ini telah terkait dalam teori ikatan kimia. Untuk tingkat SMA, pemakaian konsep elektrovalensi dan kovalensi untuk menjelaskan gejala-gejala kimia tertentu, dirasa masih sulit terutama untuk siswa SMA kelas satu karena diperlukan pengetahuan yang lebih tinggi, yaitu pengetahuan struktur elektro senyawa. Di samping itu, pemakaian dua konsep, elektrovalensi dan kovalensi, untuk satu maksud dirasa membingungkan untuk tingkat SMA. Namun, yang pasti satu konsep yang dapat dipakai secara umum untuk suatu maksud tertentu (misalnya, pemberian nama senyawa) sangatlah diperlukan di kelas satu SMA.

Konsep bilangan oksidasi dapat digunakan baik untuk gejala kimia yang melibatkan transfer elektron maupun yang tidak melibatkan transfer elektron. Tampaknya, konsep bilangan oksidasi ini dapat dipakai sebagai pengganti konsep elektrovalensi dan kovalensi untuk pengajaran ilmu kimia di SMA. Hal ini dapat dilihat dari perhitungan bahwa atom yang elektrovalensinya sama dan atom yang kovalensinya

sama pada beberapa molekul atau ionnya, bilangan oksidasi-nya juga sama. Hanya, harga bilangan oksidasi atom bertanda positif atau negatif, sedang elektrovalensi dan kovalensi tidak. Harga elektrovalensi, kovalensi, dan bilangan oksidasi atom pada beberapa molekul atau ion dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

**Tabel 3**  
**Harga Elektrovalensi, Kovalensi, dan Bilangan Oksidasi**  
**Atom dalam beberapa spesiesnya**

	Molekul atau Ion						
	NH <sub>3</sub>	NH <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	R <sub>3</sub> P=O		R <sub>3</sub> P <sup>+</sup> -O <sup>-</sup>	
Atom	N	N	N	P	O	P	O
Elektrovalensi	3	1	5	5	2	5	0
Kovalensi	3	3	3	5	2	5	2
Bilangan Oksidasi	-3	-3	-3	+5-2		+5-2	

  

	Molekul atau Ion						
	C <sup>-</sup> =O <sup>+</sup>		C=O		O=C=O		CH <sub>4</sub>
Atom	C	O	C	O	O	C	C
Elektrovalensi	2	4	2	2	2	4	4
Kovalensi	4	2	2	2	2	4	4
Bilangan Oksidasi	+2	-2	+2-2	-2+4		-4	

Dengan demikian, tidak diragukan lagi untuk memakai konsep bilangan oksidasi sebagai pengganti konsep elektrovalensi dan kovalensi. Konsep bilangan oksidasi ini telah dapat diberikan pada awal siswa mengenal ilmu kimia, yaitu di kelas satu. Ini berarti urutan penyajian ilmu kimia di SMTA kelas satu perlu dirubah.

Berikut ini diberikan usulan perubahan urutan penyajian ilmu kimia di SMTA kelas satu secara garis besar. Usulan urutan penyajian secara mendetail tentunya memerlukan diskusi yang lebih khusus. Prinsipnya, urutannya sesuai dengan urutan penyajian seperti dalam GBPP ilmu kimia SMA 1987. Hanya, pada subpokok bahasan "rumus kimia" tidak perlu diberikan nama senyawa yang mempunyai bilangan oksidasi bervariasi. Hal ini karena "rumus kimia" dalam

hal ini diberikan hanya sebagai contoh materi, sedangkan konsep bilangan oksidasi belum diberikan. Kemudian, barulah setelah subpokok bahasan "ikatan kimia" perlu diberikar secara urut hal-hal sebagai berikut:

- konsep elektronegativitas secara kualitatif,
- konsep bilangan oksidasi,
- rumus senyawa dan tata nama (terutama unsur yang harga bilangan oksidasinya bervariasi), seperti  $\text{Cu}_2\text{O}$  dan  $\text{CuO}$ , di mana angka romawi pada nama senyawa tersebut menunjukkan bilangan oksidasi,
- persamaan reaksi (merupakan ulangan, terutama tentang penyetaraannya dengan konsep bilangan oksidasi).

### Kesimpulan

1. Dengan perkembangan teori ikatan kimia dan dengan semakin banyaknya penemuan senyawa, penggunaan konsep valensi untuk menerangkan gejala kimia tertentu harus sangat berhati-hati sehingga tidak terjadi kerancuan pengertian yang sangat membingungkan.
2. Kerancuan pengertian yang timbul dengan penerapan konsep valensi dapat diatasi dengan memakai konsep elektrovalensi dan kovalensi. Akan tetapi, untuk tingkat SMTA dirasa adanya kesulitan. Konsep bilangan oksidasi dapat diterapkan sebagai pengganti.
3. Konsep bilangan oksidasi dapat diberikan di SMTA kelas satu, yaitu setelah subpokok bahasan ikatan kimia dengan urutan penyajian sebagai berikut:
  - a. Ikatan kimia,
  - b. Elektronegativitas atom,
  - c. Konsep bilangan oksidasi atom dan penentuannya,
  - d. Rumus senyawa dan tata nama,
  - e. Persamaan reaksi kimia dan penyetaraannya (dengan konsep bilangan oksidasi).

### Daftar Pustaka

- Anonim. 1964. *Chemistry An Experimental Science*. W.H San Francisco and London: Freeman Freeman and Company
- Coulson, C.A. 1961. *Valence*. Second Edition. New York and London: Oxford University Press.

Bonguet, H.C-Higgins. 1969. When Is An Atom Zero-Valent? New Trend in Chemistry Teaching. Volume II, Paris: Unesco.

Manku, G.S. 1980. Theoretical Principles Of Inorganic Chemistry. New Delhi: Tata MC Graw-Hill Company, Limited.

Nyman, G. J, et all. 1980. Problem for General Chemistry and Qualitatif Analysis, Fourth Edition. New York: John Wiley & Son.

Kesimpulan

1. Dengan perkembangan teori ikatan kimia dan dengan semakin besarnya penemuan senyawa, penggunaan konsep valensi untuk menerangkan sifat kimia tertentu harus sangat berhati-hati sehingga tidak terjadi kesalahpahaman.
2. Konsep valensi yang sudah ada dengan perubahan konsep valensi dapat diatasi dengan memakai konsep elektrovalensi dan kovalensi. Akan tetapi, untuk tingkat SMA/MA konsep valensi sebaiknya konsep bilangan oksidasi dapat diterapkan sebagai pengganti.
3. Konsep bilangan oksidasi dapat diterapkan di SMA/MA kelas satu yaitu setelah subpokok bahasan ikatan kimia dengan urutan penyajian sebagai berikut:
  - a. Ikatan kimia,
  - b. Elektronegativitas atom,
  - c. Konsep bilangan oksidasi atom dan senyawa,
  - d. Rumus senyawa dan tata nama,
  - e. Penemuan reaksi kimia dan penetarannya (dengan konsep bilangan oksidasi).

Daftar Pustaka

Anonim. 1964. Chemistry An Experimental Science. W.H. dan  
 Francis and London  
 Coulson, C.A. 1967. Valence, Second Edition. New York dan  
 London: Oxford University Press