

VALENSI KAJIAN KETEPATAN PENGGUNAANNYA DALAM PEMBELAJARAN ILMU KIMIA

oleh

I Made Sukarna

Jurdik. Kimia FMIPA UNY

Abstrak

Buku ajar (literatur) ilmu kimia tidak lagi mengenalkan istilah valensi. Namun dalam buku ajar, diktat, atau petunjuk praktikum ilmu kimia yang beredar di Indonesia masih dijumpai penggunaan istilah valensi. Kajian menunjukkan adanya ketidaktepatan penggunaan istilah valensi. Berdasarkan kajian perkembangan konsep valensi, valensi berhubungan dengan jumlah pasangan elektron ikatan yang dimiliki atom dalam senyawa ditambah harga mutlak muatan formal. Konsep ini tidak berlaku umum karena valensi suatu atom pada beberapa senyawanya dengan jenis ikatan yang sama, mempunyai harga yang berlainan. Konsep yang lebih sesuai adalah elektrovalensi atau kovalensi atom pada senyawa atau spesiesnya. Konsep ini memerlukan pengetahuan dasar struktur Lewis senyawa dan konsep elektronegativitas. Kedua konsep ini belum begitu populer. Konsep yang erat kaitannya dengan konsep elektrovalensi dan kovalensi adalah konsep bilangan oksidasi. Konsep ini lebih populer dibandingkan elektrovalensi dan kovalensi. Harga bilangan oksidasi atom dalam senyawanya sama dengan harga elektrovalensi atau kovalensi, hanya bilangan oksidasi atom dalam senyawanya dapat berharga positif atau negatif. Konsep bilangan oksidasi sangat tepat digunakan untuk menjelaskan gejala kimia dan dapat digunakan menjelaskan senyawa yang terjadinya dengan transfer elektron maupun pemakaian bersama pasangan elektron.

Pendahuluan

Istilah valensi masih sering dijumpai dalam buku-buku ajar atau diktat perguruan tinggi, petunjuk praktikum, buku ajar untuk Sekolah Menengah Atas (SMA), MAN, SMK, yang ada di Indonesia, bahkan istilah valensi dijumpai pula di dalam skripsi atau tugas akhir mahasiswa. Penggunaan konsep valensi itu dimaksudkan untuk menjelaskan antara lain, pembentukan senyawa kimia, pemberian nama senyawa, kesetaraan (ekivalen), dan digunakan pula untuk menghitung besaran tertentu, misalnya.

Konsep valensi yang digunakan pada buku tersebut di atas, ada yang didasari oleh keterikatan atom dengan atom hidrogen atau oksigen dan ada yang didasari oleh struktur elektron suatu senyawa. Valensi suatu atom yang dikaitkan dengan keterikatannya dengan atom hidrogen atau oksigen, sebenarnya telah ketinggalan karena konsep valensi yang dikaitkan dengan atom hidrogen atau oksigen muncul sebelum berkembangnya teori atom dan teori ikatan kimia. Konsep valensi berdasarkan struktur elektron senyawa dapat diterima, namun sayangnya dari konsep ini akhirnya valensi diartikan sebagai garis ikatan, tangan valensi. Ikatan antara atom-atom dalam senyawa tidak selalu dapat dinyatakan dengan garis atau dianalogikan dengan tangan, seperti misalnya pada senyawa ion.

Berdasarkan uraian di atas, tampak adanya ketidaktepatan penggunaan istilah valensi dan ketidaktepatan, ketidaktahuan, atau kebingungan mengartikan istilah valensi. Ketidaktepatan,

ketidaktahuan, atau kebingungan ini nampak jelas misalnya dengan menyebutkan valensi HCL adalah satu (1), atau dengan menyebutkan valensi atom sesuai dengan golongan atom itu dalam tabel periodik unsur. Misalnya disebutkan bahwa valensi Na adalah satu (1), valensi Ca adalah dua (2), valensi C adalah 4, dll. Penempatan atom-atom di suatu golongan dalam tabel periodik unsur sesuai dengan elektron terluar yang dipunyai atom itu (elektron valensi). Jadi valensi Na adalah 1 tidak tepat dan yang tepat adalah elektron terluar dari Na adalah 1.

Masalah yang akan dibahas pada makalah ini adalah sebagai berikut :

Apakah valensi itu ?. Tepatkan penggunaan valensi dalam pembelajaran ilmu kimia ?. Konsep apakah yang lebih tepat dapat digunakan sebagai pengganti konsep valensi yang sangat membingungkan itu ?.

Pembahasan

Valensi dapat didefinisikan sebagai kekuatan atau kemampuan suatu atom untuk bergabung dengan atom lain. Atom yang digunakan sebagai patokan untuk menentukan valensi suatu atom adalah atom hidrogen yang selalu univalen. Berdasarkan patokan atom hidrogen itu, maka atom oksigen dalam H₂O adalah divalen (bervalensi dua), atom Cl dalam HCl adalah monovalen, Cl dalam ClO₂ adalah tetravalen, Cl dalam HClO₃ adalah pentavalen. Unsur dapat mempunyai valensi yang berbeda pada senyawa yang berbeda. (Manku, 1980 : 110). Konsep valensi berdasarkan patokan atom hidrogen ini terlalu sempit, karena banyak senyawa kimia yang tidak melibatkan hidrogen maupun oksigen. Disamping itu konsep valensi di atas, belum melibatkan elektron sebagai partikel yang berperan dalam pembentukan senyawa.

Istilah valensi biasanya digunakan dalam mendiskusikan ikatan kimia antara atom. Sayangnya istilah valensi telah digunakan sebagai kata benda. Seperti, digunakan untuk mengartikan muatan suatu ion, jumlah atom yang terikat pada atom lain, dan digunakan pula untuk mengartikan bilangan oksidasi. Penggunaan valensi dengan berbagai arti jelas sangat membingungkan. (Anonim, 1964 : 286).

Menurut Longuet-Higgins (1965 : 65) valensi suatu atom dalam senyawa dapat didefinisikan sebagai jumlah pasangan elektron ikatan (n) ditambah harga mutlak muatan formal atom itu (q). Muatan formal atom di dalam senyawa adalah muatan terhitung atom dalam senyawa tersebut dan dapat dihitung dengan rumus (Manku, 1980 : 111) : $q = z - u - \frac{1}{2}S$, dengan q = muatan formal, u = jumlah elektron yang tidak dipakai membentuk ikatan, S = jumlah elektron yang dipakai membentuk ikatan disekeliling atom dalam senyawa, dan z = jumlah elektron terluar. Definisi valensi menurut Longuet-Higgins itu jelas telah memperhatikan peran elektron dalam pembentukan senyawa. Berdasarkan definisi valensi Longuet-Higgins itu, maka valensi atom dalam berbagai spesies dapat dihitung sebagaimana pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Valensi beberapa atom pada spesiesnya

	Spesies												
	Na ⁺ Cl ⁻		NH ₄ ⁺ Cl ⁻		NH ₃	NH ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	Hg ²⁺	Hg ²⁻ (-I) ₄	R ₃ P=O		R ₃ P ⁺ -O ⁻	
Atom	Na	Cl	N	Cl	N	N	N	Hg	Hg	P	O	P	O
Valensi (n + q)	1	1	5	1	3	3	5	2	6	5	2	5	2

Pada **Tabel 1** dapat dilihat bahwa harga valensi atom N dan Hg pada spesiesnya tidak tetap, walaupun proses terikatkan N dan Hg pada spesiesnya itu sama. hal ini tentunya akan membingungkan untuk menyebutkan valensi N itu. Untuk mengatasi hal ini Sidgwick sebagaimana dikutip oleh Longuet-Higgins (1965 : 65), mendefinisikan valensi sebagai $n + q$ tanpa berharga mutlak. Berdasar batasan ini, valensi Hg pada berbagai spesiesnya (**Tabel 1**) berharga tetap sebesar 2, namun valensi atom N pada NH₂⁻ dan NH₄⁺, masih berubah. Ini berarti, dengan menggunakan batasan ini masih dijumpai kesulitan mendefinisikan valensi atom dalam spesiesnya. Akhirnya Sidgwick menyatakan $n + q$ sebagai elektrovalensi dan $n - q$ sebagai kovalensi suatu atom dalam spesiesnya. Harga elektrovalensi dan kovalensi atom dalam spesiesnya dengan demikian dapat dihitung sebagaimana tertuang dalam **Tabel 2** berikut ini.

Tabel 2. Harga elektrovalensi dan kovalensi atom pada berbagai spesiesnya

	Spesies													
	NH ₃		NH ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	R ₃ P=O		R ₃ P ⁺ -O ⁻		C ⁻ ≡O ⁺		C=O	O=C=O		CH ₄
Atom	N	N	N	P	O	P	O	C	O	C	O	O	C	C
Elektrovalensi	3	1	5	5	2	5	0	2	4	2	2	2	4	4
Kovalensi	3	3	3	5	2	5	2	4	2	2	2	2	4	4

Pada **Tabel 2** dapat dilihat bahwa ada atom yang elektrovalensinya atau kovalensinya pada beberapa spesiesnya berharga tetap. Berdasarkan harga itu, ditegaskan bahwa untuk atom-atom yang elektropositif selalu dikaitkan dengan harga elektrovalensi atom itu pada spesiesnya, sedangkan untuk atom-atom yang elektronegatif, selalu dikaitkan dengan harga kovalensi atom itu pada spesiesnya. Jadi menyebutkan valensi N dalam NH₃, NH₂⁻, dan NH₄⁺ sebesar 3 adalah tidak tepat, yang tepat adalah kovalensi N dalam spesiesnya itu adalah 3. Demikian pula menyebutkan valensi atom C pada C⁻≡O⁺ dan C=O sebesar 2 adalah tidak tepat, yang tepat adalah elektrovalensi atom C dalam C⁻≡O⁺ dan C=O adalah berharga 2. Elektrovalensi atom C pada karbon dioksida (CO₂) dan metana (CH₄), berharga 4. Harga elektrovalensi atom C yang 4 pada CO₂ dan CH₄ karena 1 elektron atom C yang menempati orbital 2s dipromisikan ke dalam orbital 2p. Dengan demikian tidak dikenal lagi istilah valensi dalam pembelajaran ilmu kimia . Buku teks ilmu kimia untuk perguruan tinggi umumnya tidak lagi memakai istilah valensi untuk menjelaskan gejala kimia tertentu.

Elektrovalensi atau kovalensi atom dalam spesiesnya (**Tabel 2**) sama dengan jumlah pasang elektron ikatan, garis ikatan, atau muatan. Seperti pada senyawa C=O, CH₄, NH₃, R₃P=O, Na⁺Cl⁻, Hg²⁺. Jadi dengan menghitung jumlah garis ikatan atau muatan atom dalam senyawanya dapat diketahui elektrovalensi atau kovalensinya. Tetapi untuk senyawa C≡O⁺, NH₂⁻, NH₄⁺, agak sulit menentukan jumlah garis ikatan maupun muatan masing-masing atom penyusun senyawa itu, sehingga penentuan elektrovalensi atau kovalensi atom dengan melihat jumlah pasang elektron ikatan atau garis ikatan atau muatan, agak sulit ditentukan.

Harga elektrovalensi atau kovalensi atom dalam suatu spesiesnya, yang sama dengan jumlah pasang elektron ikatan, garis ikatan, atau muatan mudah ditentukan apabila pengetahuan struktur elektron senyawa (struktur Lewis) dan perbedaan elektronegativitas atom-atom penyusun senyawa telah diketahui. Tanpa dasar pengetahuan ini harga elektrovalensi atau kovalensi atom dalam spesiesnya sulit ditentukan. Dalam suatu senyawa atau spesies kimia, dengan demikian, dijumpai atom-yang satu mempunyai harga elektrovalensi dan yang lain mempunyai harga kovalensi, walaupun kedua atom yang berikatan itu berikatan secara kovalen. Untuk senyawa yang terdiri dari atom-atom sejenis, maka elektrovalensi atau kovalensi atom-atom penyusunnya tidak dapat ditentukan karena kedua atom mempunyai elektronegativitas yang sama.

Konsep elektrovalensi atau kovalensi yang didasari oleh pengetahuan struktur Lewis dan perbedaan elektronegativitas atom dalam senyawa mengingatkan pada konsep bilangan oksidasi. Apakah konsep elektrovalensi atau kovalensi atom dalam senyawa yang merupakan penganti valensi (yang membingungkan dan menyesatkan itu) dapat digantikan lagi dengan satu istilah yaitu bilangan oksidasi ?.

Konsep bilangan oksidasi muncul untuk menjelaskan reaksi oksidasi-reduksi yang tidak melibatkan proses pelepasan dan penerimaan elektron yaitu reaksi yang membentuk senyawa yang atom-atom penyusunnya terikat dengan ikatan kovalen.

Menurut Nyman, King, Weyh, (1980 : 43), bilangan oksidasi (*oxidation number*) are the apparent charges that atom have if the electrons in the compound were distributed among atom in a very arbitrary fashion. Sedangkan menurut Manku (1980 : 110), *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.*

Berdasarkan kedua batasan itu bilangan oksidasi (BO) atau bilok dari suatu atom di dalam suatu senyawa adalah jumlah total elektron yang diperoleh atau dilepas, jika pasangan elektron ikatan dianggap berada pada atom yang lebih elektronegatif, atau dengan kata lain senyawa dianggap

menjadi senyawa-ion murni. Berdasar definisi ini dapat diketahui bahwa BO atau bilok atom dalam senyawa diperhitungkan berdasarkan elektronegativitas atom-atom penyusun senyawa, dengan ketentuan,

§ bila atom-atom penyusun senyawa elektronegativitasnya sama, maka distribusi (pembagian) elektron di antara kedua atom dalam senyawa itu sama dan BO atau bilok atom dalam senyawa tak dapat dinyatakan dan yang dapat dinyatakan adalah bilok senyawa itu sama dengan nol.

§ bila atom-atom penyusun senyawa elektronegativitasnya tidak sama, maka distribusi (pembagian) elektron di antara kedua atom dalam senyawa itu tidak sama dan dianggap semua elektron ikatan menjadi milik atom yang lebih elektronegatif dan BO atau bilok atom yang lebih elektronegatif berharga negatif sesuai dengan kelebihan elektron yang diperoleh dan atom yang kehilangan elektron, BO atau biloknya berharga positif sesuai dengan jumlah elektron yang hilang.

§ Atom yang tidak terikat atau atom bebas, BO atau biloknya dengan demikian sama dengan nol. Misalnya

Konsep bilangan oksidasi dapat digunakan baik untuk gejala kimia yang melibatkan treansfer elektron maupun yang tidak melibatkan transfer elektron. Harga bilangan oksidasi atom pada beberapa spesiesnya (**Tabel 2**), dapat dihitung dan hasil hitungannya dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Harga elektrovalensi, kovalensi, dan bilangan oksidasi atom dalam beberapa spesiesnya

	Spesies													
	NH ₃	NH ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	R ₃ P=O		R ₃ P ⁺ -O ⁻		C ⁻ ≡O ⁺		C=O		O=C=O		CH ₄
Atom	N	N	N	P	O	P	O	C	O	C	O	O	C	C
Elektrovalensi	3	1	5	5	2	5	0	2	4	2	2	2	4	4
Kovalensi	3	3	3	5	2	5	2	4	2	2	2	2	4	4
Bilok.	-3	-3	-3	+5	-2	+5	-2	+2	-2	+2	-2	+2	-4	-4

Nampaknya konsep bilangan oksidasi ini dapat dipakai sebagai pengganti kosep elektrovalensi dan kovalensi. Hal ini dapat dilihat dari perhitungan (**Tabel 3**), bahwa atom yang elektrovalensinya sama dan atom yang kovalensinya sama pada beberapa spesiesnya, bilangan oksidasinya juga sama. Hanya saja harga bilangan oksidasi bertanda positif atau negatif sedangkan elektrovalensi dan kovalensi tidak bermuatan.

Kesimpulan

1. Valensi atom dalam spesiesnya adalah jumlah pasangan elektron ikatan (n) ditambah harga mutlak muatan formal atom itu (q).

2. Konsep valensi ini tidak berlaku umum, sehingga lebih tepat menggunakan konsep elektrovalensi ($n + q$) dan kovalensi ($n - q$), yang didasari oleh struktur elektron senyawa dan perbedaan elektronegativitas atom-atom penyusun senyawa.
3. Saat ini, konsep yang sangat populer yang dapat digunakan untuk menjelaskan gejala kimia antara atom-atom adalah bilangan oksidasi (bilok). Konsep ini dapat berlaku umum karena dapat digunakan untuk menjelaskan senyawa yang terjadinya dengan transfer elektron maupun pemakaian bersama pasangan elektron.

Saran

Pesatnya perkembangan teori atom dan teori ikatan kimia antara atom-atom, berkonsekuensi terhadap kehati-hatian penggunaan konsep valensi untuk menjelaskan konsep kimia lain yang berhubungan dengan valensi (pembentukan senyawa kimia, pemberian nama senyawa, kesetaraan (ekivalen), perhitungan besaran tertentu, misalnya normalitas larutan, massa zat yang terjadi di tiap elektrode pada proses elektrolisis), sehingga tidak membingungkan. Pada pembelajaran ilmu kimia penyebutan istilah valensi untuk atom dalam senyawanya hendaknya dihindari. Lebih baik menyebutkan elektronvalensi, kovalensi, atau bilangan oksidasi atom-atom dalam senyawanya. Elektrovalensi atau kovalensi senyawa tidak dapat ditentukan; yang dapat ditentukan adalah elektrovalensi atau kovalensi atom dalam senyawa. Bilangan oksidasi senyawa selalu berharga nol demikian pula bilangan oksidasi unsur yang terdapat dalam tabel periodik.

Daftar Pustaka

- Anonim. 1964. *Chemistry An Experimental Science* Freeman and Company : San Francisco.
- Coulson, C.A. 1961. *Valence*. Second Edition. Oxford University Press : New York and London.
- Longuet, H.C-Higgine. 1969. *When is an Atom Zero-Valen ?*. New Trend in Chemistry Teaching. Volume II. Unesco : Paris.
- Manku, G.S. 1980. *Theoritical Principles of Inorganic Chemistry*. Tata Mc Ghraw-Hill Company Limistic : New Delhi.
- Nyman, C.J, King, Weyh. 1980. *Problem for General Chemistry and Qualitative Analysis*. Fourth Edition. John Wiley & Sons : New York.