

TABEL SISTEM PERIODIK UNSUR:EVOLUSI ATAU REVOLUSI

Sofia

Universitas Pendidikan Indonesia (UPI)

E-mail: sofieanza@yahoo.com

Abstract: Periodic Table: Evolution or Revolution. *Is there any evolution or revolution in the development of periodic table from Lavoiser to modern periodic table will be the aim of this article. Experts learned about the basics of elements classification, each new invention could combine their findings in order to make this periodic table become perfect so there was an evolution in periodic table for elements. The classification based on the characteristic similarity and the increase of atomic mass was normal in science until some anomalies found. These anomalies caused crisis and new paradigm appeared since X-ray had been found by Moseley and atomic number by Rutherford so there was a revolution in periodic table arrangement according to an increase of atomic number rather than atomic mass. The classification of elements based on characteristic similarity, atomic number and quantum number. This periodic table developed more than two centuries by evolution in its arrangement and by revolution in its classification from atomic mass to atomic number.*

Keyword : *The periodic system of elements, revolution, evolution*

Abstrak: Tabel Sistem Periodik Unsur: Evolusi atau Revolusi. Perkembangan sistem periodik unsur dari Lavoiser sampai sistem periodik modern apakah terjadi secara evolusi atau revolusi menjadi tujuan penulisan artikel ini. Para ahli mempelajari dasar-dasar dari pengelompokan unsur, setiap temuan baru dapat menggabungkan hasil temuannya dan memperbaiki dan menyempurnakan tabel sistem periodik yang sebelumnya sehingga terjadi evolusi tabel sistem periodik unsur. Paradigma pengelompokan berdasarkan kemiripan sifat dan kenaikan masa atom menjadi normal sains hingga ditemukannya beberapa anomali. Anomali ini memunculkan krisis dan muncul paradigma baru dengan ditemukan sinar X oleh Moseley dan nomor atom oleh Rutherford sehingga terjadi revolusi tabel sistem periodik unsur yang disusun berdasarkan kenaikan Nomor atom bukan masa atom. Penemuan bilangan kuantum, pengelompokan unsur dalam tabel sistem periodik berdasarkan kemiripan sifat, nomor atom dan bilangan kuantum. Perkembangan sistem periodik unsur selama lebih dari dua abad terjadi secara evolusi dalam hal penyusunannya dan revolusi dalam hal dasar pengelompokan tabel sistem periodik unsur dari masa atom ke nomor atom.

Kata-kata kunci: sistem periodik unsur, revolusi, evolusi

PENDAHULUAN

Objek pengetahuan sains (yaitu objek-objek yang diteliti sains) ialah semua objek yang empiris (Tafsir, A.2001). Suriasumantri, (1990) menyatakan bahwa

objek kajian sains hanyalah objek yang berada dalam ruang lingkup pengalaman manusia yaitu pengalaman indera. Objek kajian sains merupakan objek yang berada dalam pengalaman manusia yang

empiris. Objek kajian sains menurut pandangan sains banyak sekali tergantung pada bidang apa yang diteliti yang harus ditemukan bukti empirisnya, salah satu objek kajian sains dalam kimia misalnya sistem periodik unsur yang akan dibahas dalam artikel ini.

Ilmu terus berkembang sesuai dengan perkembangan pengetahuan dan teknologi. Perkembangan ilmu terlihat seperti terjadi pergantian ide/gagasan ilmiah. Filsuf dan sejarawan sains menginterpretasikan perkembangan gagasan dalam sains dengan dua cara yaitu evolusi dan revolusi. Menurut Karl Popper perkembangan sains bersifat evolusi yang dicapai melalui falsifikasi teori-teori yang tidak benar, sehingga teori baru yang muncul semakin dekat dengan kebenaran. Teori-teori yang baru mengandung teori-teori yang lama (Firman, H. 2015). Thomas Kuhn berpendapat perkembangan sains melalui proses revolusi. Konsep kunci pandangan revolusi Kuhn adalah paradigma. Kegiatan keilmuan dalam satu paradigma dinamakan sains normal. Akumulasi pengetahuan dalam paradigma mengokohkan paradigma, sampai adanya anomali yang tidak bisa dijelaskan. Akumulasi anomali memunculkan krisis dan paradigma baru yang dapat memecahkan anomali disebut kompetitor paradigma lama. Semakin banyak ilmuwan yang mendukung paradigma baru terjadi pergeseran paradigma (Firman, H. 2015. Kuhn. 1970).

Unsur dan sifat keperiodikan unsur merupakan objek kajian yang akan dibahas dalam artikel ini. Unsur kimia alami atau buatan terus bertambah jumlahnya dari zaman dahulu hingga saat ini telah 120 unsur yang diketahui. Para ahli kimia berusaha mempelajari unsur yang ada mulai dari Lavoisier (1789) sampai saat ini. Perkembangan tabel sistem periodik unsur untuk mengelompokkan unsur telah

terjadi lebih dari 200 tahun. Tabel sistem periodik telah dipertentangkan, diubah dan disempurnakan sebagai ilmu yang berkembang sebagai objek kajian ilmu. Rumusan masalah artikel ini bagaimanakah proses perkembangan tabel sistem periodik unsur apakah terjadi secara evolusi atau revolusi. Tujuan penulisan artikel ini adalah menguraikan perkembangan tabel sistem periodik unsur dalam sudut pandang teori evolusi dan revolusi.

PEMBAHASAN

Pengelompokan unsur menjadi objek penelitian para ahli sejak zaman Yunani. Para ahli berusaha mempelajari sifat unsur dan mengelompokkan unsur untuk memudahkan dalam mempelajari unsur kimia yang ada. Pengelompokan unsur dikenal mulai dari Lavoisier (1789) mengelompokkan zat-zat berdasarkan sifat kimianya menjadi gas, logam, non-logam, dan tanah (Marshall, J.L. Beta Eta 1971 dan Marshall, V.R, Beta Eta 2003). Pengelompokan unsur ini masih sangat umum maka selanjutnya **John Dalton (1808)** mengajukan pengelompokan unsur berdasarkan masa atom.

John Dalton (1808) mengelompokkan zat-zat berupa unsur-unsur (36 unsur) berdasarkan kenaikan masa atomnya. Hal ini didasarkan pada teorinya bahwa unsur dari atom yang berbeda mempunyai sifat dan masa atom yang berbeda. Selanjutnya Jons Jacob Berzelius (1828) berhasil membuat daftar masa atom unsur-unsur yang akurat. Hal ini menarik perhatian ilmuwan lainnya untuk mengelompokkan unsur-unsur berdasarkan kenaikan masa atom. Johann Wolfgang Döbereiner (1780- 1849) di universitas Jena mempelajari hubungan sifat kimia dan masa atom. Döbereiner menentukan masa

atom dengan menganalisis mineral sulfat yang dinamakan Celestine (stronsium) dari sebuah tambang. Dia menentukan masa Celestine rata-rata masa atom Kalsium dan Barium. Döbereiner menemukan dalam triadnya sifat dari elemen tengah antara sifat elemen pertama dan elemen ketiga. Misalnya, lithium, natrium dan kalium bereaksi dengan air. Lithium bereaksi lemah dengan air dibandingkan natrium dan kalium. (Scerri, 1998). Para ahli menilai Döbereiner tidak membedakan beberapa elemen karena masa atom elemen yang lain tidak dapat ditentukan, Semua elementidak bisa diatur dalam bentuk triad. Untuk masa yang sangat rendah atau untuk elemen masa sangat tinggi, hukum itu tidak berlaku, tetapi penemuan Döbereiner ini mendorong ahli untuk mencari korelasi antara sifat kimia dari unsur-unsur dan masa atom mereka.

Pengelompokan unsur mengalami perkembangan dari yang awal hanya berdasarkan kenaikan masa atom ditambahkan berdasarkan kemiripan sifat. John Alexander Reina Newlands mengamati pengulangan sifat antara unsur satu dengan unsur kedelapan maka ia mengemukakan hukum oktaf newland.

Newlands mempublikasikan klasifikasi elemen berdasarkan hubungan masa atom dan sifat kimia, pada tahun 1865 Newlands menyusun unsur berdasarkan kenaikan masa atom. Ia mengamati hubungan berikut.

It will also be seen that the numbers of analogous elements generally differ either by 7 or by some multiple of seven; in other words, members of the same group stand to each other in the same relation as the extremities of one or more octaves in music. ... This peculiar relationship I propose to provisionally term the 'Law of Octaves.' (Giunita, J dan Collge, L.M.1999).

Bentuk pertama hukum oktaf pada tahun 1965 dapat dilihat pada gambar. Newlands mengatakan jika diamati elemen dalam kelompok yang sama muncul pada garis horizontal yang sama. Newlands tidak mengklaim bahwa semua elemen yang muncul pada garis horizontal yang sama adalah kelompok sama. Beberapa hal yang tidak sama ditemui dalam sistem periodik Newlands ini seperti Cr tidak sama dengan Al, Mn tidak mirip dengan P dan Fe tidak mirip dengan S.

No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.
H 1	F 8	Cl 15	Co & Ni 22	Br 29	Pd 36	I 42	Pt & Ir 50
Li 2	Na 9	K 16	Cu 23	Rb 30	Ag 37	Cs 44	Tl 53
G 3	Mg 10	Ca 17	Zn 25	Sr 31	Cd 38	Ba & V 45	Pb 54
Bo 4	Al 11	Cr 19	Y 24	Ce & La 33	U 40	Ta 46	Th 56
C 5	Si 12	Ti 18	In 26	Zr 32	Sn 39	W 47	Hg 52
N 6	P 13	Mn 20	As 27	Di & Mo 34	Sb 41	Nb 48	Bi 55
O 7	S 14	Fe 21	Se 28	Ro & Ru 35	Te 43	Au 49	Os 51

Gambar 1. Tabel periodik Newlands (Giunta dan College, 1999)

Lothar Meyer (1864) melakukan pengamatan hubungan antara kenaikan masa atom dengan keperiodikan sifat unsur, jika setiap elemen diatur dalam urutan

masa atom, mereka berada dalam kelompok kimia dan fisik sifat yang mirip diulang pada interval periodic dengan membuat kurva volume atom versus fungsi

masa atom. Dari kurva tersebut, ia melihat adanya keteraturan dari unsur-unsur dengan sifat yang mirip, misalnya litium (Li), natrium (Na), kalium (K), dan rubidium (Rb) berada pada titik puncak. Selain itu, pengulangan sifat unsur tidak selalu terjadi setelah delapan unsur, seperti dinyatakan dalam hukum oktaf. Pada tahun 1868, Meyer menyusun unsur-unsur tersebut ke dalam suatu tabel berdasarkan kenaikan masa atom dan pengulangan/keperiodikan sifat fisik dan kimia unsur. Sistem periodik Meyer disusun berdasarkan kenaikan masa atom secara vertikal. Pengulangan sifat unsur membentuk kolom-kolom. Unsur-unsur dengan sifat yang mirip terletak pada kolom yang sama yang sama (Leach.2015).

Selain itu Newland de Chancourtois (1862) menyusun unsur berdasarkan kenaikan masa atom dan kemiripan sifat. Ia menyusun unsur berdasarkan kenaikan masa atom sepanjang spiral tertulis pada permukaan silinder dan cenderung di 45 derajat dari dasar. De Chancourtois memperlihatkan putaran spiral pertama penuh bertepatan dengan oksigen elemen, dan putaran kedua penuh berakhir pada sulfur. Elemen yang berbaris secara vertikal pada permukaan silinder cenderung memiliki sifat yang mirip, sehingga pengaturan ini berhasil menangkap beberapa pola yang kemudian menjadi pusat sistem Mendeleev. Namun untuk beberapa alasan, sistem de

Chancourtois ini tidak banyak berpengaruh pada para ilmuwan, artikel asli gagal untuk menyertakan diagram tabel, sistem ini agak rumit, dan kesamaan kimia antara unsur-unsur yang ditampilkan sangat tidak meyakinkan (Scerri. 1998).

Newlands dan De Chancourtois tidak membuat tabel sistem periodik terbuka yang tidak memberikan peluang ditemukannya unsur baru. Kelemahan ini diperbaiki oleh Dmitri Mendeleev (1869), ia mempublikasikan tabel periodik semua elemen yang diketahui, ia memperkirakan beberapa elemen baru untuk menyelesaikan tabel, dan mengoreksi beberapa bobot atom. Ia menemukan unsur-unsur dengan sifat-sifat yang mirip terletak pada kolom yang sama, misalnya unsur Na dan K merupakan logam yang sangat reaktif, terletak pada kolom yang sama, unsur F dan Cl adalah non-logam yang sangat reaktif. Mendeleev memperbaiki sistem periodiknya seperti terlihat pada gambar 2. Tabel periodik Mendeleev ini tidak sama panjang dan masih bercampur antara unsur utama dan unsur transisi. Sistem periodik mendeleev belum mencantumkan adanya gas mulia karena saat itu belum ditemukan, serta dasar dari penyusunan unsur adalah masa atom tetapi Te yang masanya lebih besar diletakkan sebelum I, hal inilah yang menjadi kelemahan dalam sistem periodik Mendeleev (Quan, G.N. 1934).

Series.	GROUP I. R ₂ O	GROUP II. RO	GROUP III. R ₂ O ₃	GROUP IV. RH ₂ , RO ₂	GROUP V. RH ₃ , R ₂ O ₃	GROUP VI. RH ₂ , RO ₂	GROUP VII. RH, R ₂ O ₃	GROUP VIII. RO ₂
1	H=1							
2	Li=7	Be=9.4	B=11	C=12	N=14	O=16	F=19	
3	Na=23	Mg=24	Al=27.3	Si=28	P=31	S=32	Cl=35.5	
4	K=39	Ca=40	—44	Ti=48	V=51	Cr=52	Mn=55	Fe=56, Co=59 Ni=59, Cu=63
5	(Cu=63)	Zn=65	—66	—72	As=75	Se=78	Br=80	
6	Rb=85	Sr=87	Y=89	Zr=90	Nb=94	Mo=96	—100	Ru=101, Rh=104 Pd=106, Ag=108
7	(Ag=108)	Cd=112	In=113	Sn=118	Sb=122	Te=128	I=127	
8	Ce=133	Ba=137	Di=138	Ce=140	....	....	....	....
9	....	....	....	....	....	....	....	....
10	....	....	Er=178	La=180	Ta=182	W=184	....	Os=190, Ir=193 Pt=195, Au=198
11	(Au=198)	Hg=200	Tl=204	Pb=207	Bi=208	....	....	....
12	....	....	....	Th=232	....	U=240	....	....

Gambar 2. Tabel sistem periodik unsur Mendeleev (Quam, G.N. 1934)

Setelah unsur Argon ditemukan oleh William Ramsay dan Lord Rayleigh dan Ramsay menemukan neon, helium, kripton dan xenon serta radon, ditemukan oleh Friedrich Ernst Dorn juga turut mempengaruhi perkembangan sistem

periodik unsur. Para ahli berusaha mengelompokkan unsur seperti yang dikemukakan Baeyer tahun 1902 dan Quam 1933. Gambar system periodic Quam dapat dilihat pada gambar 3.

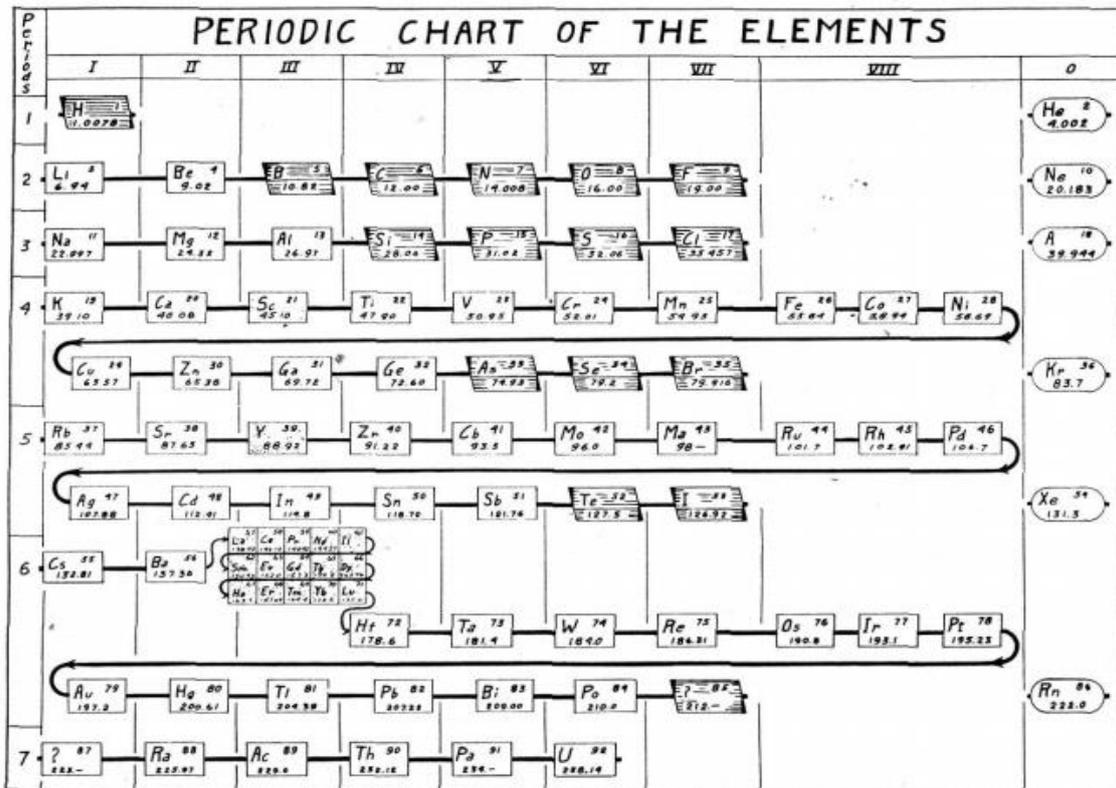


FIGURE 4.—PERIODIC CHART BY QUAM

Gambar 3. Sistem periodik Quam (Quam, G.N. 1934)

Pengelompokan unsur dalam tabel sistem periodik dikelompokkan mulai dari

yang umum, seperti gas, logam, non logam dan tanah. Para ahli menilai ini terlalu

umum. Kemudian Dalton dan Berzelius mengelompokkan unsur berdasarkan kenaikan masa atom. Newlands dan De Chancourtois mempelajari adanya pengulangan sifat unsur yang selanjutnya dibuktikan oleh Meyer adanya keperiodikan sifat unsur. Berdasarkan kemiripan dan keperiodikan sifat unsur dan kenaikan masa atom digunakan para ahli dalam mengelompokkan unsur dalam tabel sistem periodik. Ini merupakan sebuah paradigma selama lebih dari 100 tahun lamanya yang disebut fase normal sains (Kuhn, 1970, Firman, 2015). Paradigma ini tidak bisa menjelaskan beberapa unsur ditempatkan berdasarkan kenaikan masa atom seperti unsur Te diletakkan sebelum I, Co sebelum Ni, Ar sebelum K, sehingga muncul krisis untuk mempertanyakan pengelompokan unsur dalam tabel sistem periodik.

Krisis ini mencari paradigma baru yang menjadi penentu dalam pengelompokan unsur dalam tabel sistem periodik. Moseley mengajukan pengelompokan unsur dalam tabel sistem periodik unsur berdasarkan kenaikan nomor atom. Hal ini berdasarkan percobaannya dengan menggunakan sinar X. Moseley (1913), melihat spektrum x-ray dari 12 elemen, 10 dari yang menduduki tempat berturut-turut di tabel Periodik. Moseley menyimpulkan ada kuantitas dalam atom, yang meningkat secara teratur, jumlah yang

mendasar ini disebut sebagai nomor atom di 1920 oleh Ernest Rutherford (Leach, 2015). Setelah penemuan ini terjadi pergeseran paradigma para ahli kimia berbalik menggunakan nomor atom sebagai prinsip mendasar penyusunan tabel sistem periodik unsur. Moseley bisa menjelaskan Te memiliki masa atom lebih tinggi daripada yodium, namun yodium memiliki nomor atom lebih tinggi dari Te.

Perubahan pengelompokan unsur berdasarkan kenaikan nomor atom dilengkapi lagi dengan penemuan bilangan kuantum. Sistem periodik unsur disusun berdasarkan bilangan kuantum n dan l . Sistem periodik modern mengelompokkan unsur-unsur berdasarkan kenaikan nomor atom dan kemiripan sifat, menghasilkan keteraturan pengulangan sifat berupa perioda (baris) dan kemiripan sifat berupa golongan (kolom). Kemiripan sifat dari unsur-unsur dalam golongan yang sama, terkait dengan konfigurasi elektron yang sama. Bentuk sistem periodik modern adalah berupa tabel panjang yang dimodifikasi dengan cara mengeluarkan dua deret unsur-unsur yang tergolong unsur-unsur transisi dalam, yaitu golongan lantanida dan golongan aktinida. Setiap kolom dalam tabel periodik unsur modern mengandung informasi tentang lambang unsur, nomor atom, nomor masa, wujud, dan informasi lainnya, seperti ditunjukkan pada sistem periodik unsur Gambar 4.

IUPAC Periodic Table of the Elements

1 H Hydrogen (1.007 94)																	18 He Helium 4.003
3 Li Lithium (6.941)	4 Be Beryllium 9.012											13 B Boron (10.81)	14 C Carbon (12.01)	15 N Nitrogen (14.01)	16 O Oxygen (15.99)	17 F Fluorine 18.99	18 Ne Neon 20.18
11 Na Sodium 22.99	12 Mg Magnesium 24.31											13 Al Aluminium 26.98	14 Si Silicon (28.08)	15 P Phosphorus 30.97	16 S Sulfur (32.06)	17 Cl Chlorine (35.45)	18 Ar Argon 39.95
19 K Potassium 39.10	20 Ca Calcium 40.08	21 Sc Scandium 44.96	22 Ti Titanium 47.87	23 V Vanadium 50.94	24 Cr Chromium 52.00	25 Mn Manganese 54.94	26 Fe Iron 55.85	27 Co Cobalt 58.93	28 Ni Nickel 58.69	29 Cu Copper 63.55	30 Zn Zinc 65.38	31 Ga Gallium 69.72	32 Ge Germanium 72.63	33 As Arsenic 74.92	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.90	36 Kr Krypton 83.80
37 Rb Rubidium 85.47	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.91	40 Zr Zirconium 91.22	41 Nb Niobium 92.91	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.91	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.87	48 Cd Cadmium 112.41	49 In Indium 114.82	50 Sn Tin 118.71	51 Sb Antimony 121.76	52 Te Tellurium 127.60	53 I Iodine 126.91	54 Xe Xenon 131.29
55 Cs Caesium 132.91	56 Ba Barium 137.33	57-71 Lanthanoids	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.95	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.21	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.08	79 Au Gold 196.97	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium (204.38, 204.39)	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.98	84 Po Polonium	85 At Astatine	86 Rn Radon
87 Fr Francium	88 Ra Radium	89-103 Actinoids	104 Rf Rutherfordium	105 Db Dubnium	106 Sg Seaborgium	107 Bh Bohrium	108 Hs Hassium	109 Mt Meitnerium	110 Ds Darmstadtium	111 Rg Roentgenium	112 Cn Copernicium						
57 La Lanthanum 138.91	58 Ce Cerium 140.12	59 Pr Praseodymium 140.91	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.96	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.93	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.93	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.93	70 Yb Ytterbium 173.05	71 Lu Lutetium 174.97			
89 Ac Actinium	90 Th Thorium 232.04	91 Pa Protactinium 231.04	92 U Uranium 238.03	93 Np Neptunium	94 Pu Plutonium	95 Am Americium	96 Cm Curium	97 Bk Berkelium	98 Cf Californium	99 Es Einsteinium	100 Fm Fermium	101 Md Mendelevium	102 No Nobelium	103 Lr Lawrencium			

Gambar 4. Gambar tabel periodic berdasarkan IUPAC 2012. (Leach, 2015).

PENUTUP

Unsur kimia terus bertambah dan perkembangan teknologi mempengaruhi perkembangan tabel sistem periodik unsur. Selama lebih dari 200 tahun terjadi perkembangan pengelompokan unsur dalam tabel sistem periodik unsur. Pengelompokan unsur dimulai dari Lavoisier, Dalton, Berzelius yang mengelompokkan unsur secara umum dan kenaikan masa atom. Selanjutnya Doberiner, Newlands, Meyer, De Chancourtous, Mendeleev menyusun unsur berdasarkan kemiripan dan keperiodikan sifat unsur. Penyusunan tabel sistem periodik mengalami evolusi dimana para ahli di atas mempelajari unsur berdasarkan penelitian sebelumnya. Perkembangan tabel sistem periodik yang baru megandung tabel periodik unsur para ahli sebelumnya. Hal ini sesuai dengan teori evolusi perkembangan sains yang dikemukakan Popper (Firman, 2015).

Para ahli mengelompokkan unsur dalam tabel sistem periodik unsur berdasarkan kemiripan dan keperiodikan sifat unsur dan kenaikan masa atom merupakan sebuah paradigma selama lebih dari 100 tahun lamanya yang disebut fase

normal sains (Kuhn, 1970, Firman, 2015). Tetapi Paradigma ini tidak bisa menjelaskan beberapa unsur ditempatkan tidak berdasarkan kenaikan masa atom seperti unsur Te diletakkan sebelum I, Co sebelum Ni, Ar sebelum K, sehingga muncul krisis untuk mempertanyakan dasar pengelompokan unsur dalam tabel sistem periodik. Krisis ini mencari paradigma baru yang menjadi penentu dalam pengelompokan unsur dalam tabel sistem periodik unsur dan muncul paradigma baru dengan ditemukan sinar X oleh Moseley dan nomor atom oleh Rutherford sehingga terjadi revolusi dasar penyusunan tabel sistem periodik unsur berdasarkan kenaikan Nomor atom bukan masa atom. Pengelompokan unsur berdasarkan kenaikan nomor atom dilengkapi lagi dengan penemuan bilangan kuantum. Pengelompokan unsur dalam tabel sistem periodik unsur berdasarkan kemiripan sifat, nomor atom dan bilangan kuantum. Selama lebih dari dua abad terjadi evolusi perkembangan tabel sistem periodik unsur dan revolusi dasar pengelompokan tabel sistem periodik unsur dari masa atom ke nomor atom.

DAFTAR RUJUKAN

- Firman, H. *Perkembangan Ilmu*. UPI. Tidak diterbitkan
- Giunta, C.J, College, L.M. 1999. J. A. R. Newlands' classification of the elements:periodicity, but no system (1).*Bull. Hist. Chem.* 24: 24-32.
- Kuhn, T., (1970). *The Structure of Scientific Revolutions*, Ed. 2.,Chicago : University of Chicago Press
- Leach, M.R. 2015.The Chemogenesis webBook .
Theinternet *database* ofperiodic tables.
http://www.metasynthesis.com/webbook/35_pt/pt_database.php?PT
diakses tanggal 5-12-2015.
- Marshall. J.L. Beta Eta 1971 dn Marshall, V.R, Beta Eta 2003. Rediscovery of the elements Johann Wolfgang Döbereiner. Diakses melalui <http://www.kentchemistry.com/links/PT/Doebereiner.pdf>diakses tanggal 29 -11 – 2015
- Quam, G.N. 1934. Type of graphic classification of the elemen.http://meta-synthesis.com/webbook/35_pt/JCE_PTs_1934_short.pdf. di akses tanggal 29-11-2015
- Scerri, E.R. dan and Worrall, J. 2001. Prediction and the periodic table.*Stud. Hist. Phil. Sci.*, Vol. 32, No. 3, pp. 407–452, diakses melalui www.elsevier.com/locate/shps
- Suriasumantri, J. S. (1990) *Filsafat Ilmu: Sebuah Pengantar Populer*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan
- Tafsir, Ahmad. 2012. *Filsafat Umum (Mengurai ontology,epistemology dan aksiologi pengetahuan)*. Bandung: Remaja BosdaKarya