

## PEMODELAN DAN SIMULASI INTERAKTIF DALAM MENINGKATKAN PENGUASAN KONSEP KIMIA

By: **Retno Dwi Suyanti<sup>1</sup>** dan **Muhamad A. Martoprawiro<sup>2</sup>**

1. Program Magister Pendidikan Kimia Pasca Sarjana Unimed
2. Program Studi Kimia Program Magister Sains ITB

### ABSTRACT

Visualisation in teaching chemistry represent a pedagogical approach using computer simulation to explain abstract concepts through modelling to obtain a better understanding of chemistry. The aim of this study is to develop interactive computer model of teaching Inorganic Chemistry. This model has been implemented in Inorganic Chemistry course at a Chemistry Department of a University in Bandung using quasi-experimental method. Based on data analysis SPSS for Window 11.5, the model of teaching improves Chemistry students' generic ability, especially on modelling, abstraction and logical consistency. Data student's value of using computer simulation shows better student understanding in abstract concepts, especially for students with lower prior knowledge who learns in group rather than individually ( $t = 51,913$ ,  $p = 0,000$ ). From students' prior knowledge, we can predict students concept mastery in Inorganic Chemistry evaluated by interactive computer test, especially for students with high prior knowledge who learn individually. The correlation between GPA, IQ and prior knowledge to concept mastery are very significant with  $r = 0,570$ ,  $r = 0,3$  and  $r = 0,37$ . It is expected that all students will be able to use the interactive simulation to improve their mastery of coordination chemistry concepts and principles. Web-based Chemistry learning that was developed at <http://kimia.upi.edu/moodle/> give new experience to students to apply and further develop the course materials creatively and comfortably. This online learning greatly contributes to the improvement of integrated learning with N-gain value 0,459 for classroom teaching and 0,763 for multimedia-based Inorganic Chemistry experiment. This teaching model can be applied to manipulate more joyful learning environment and to increase students' motivation.

Key words : Modelling, interactive simulation, concept mastery, inorganic chemistry

### PENDAHULUAN

Dalam era teknologi informasi ini, komputer memainkan peran yang semakin meningkat dalam dunia pendidikan. Dalam dunia pendidikan, banyak pengajar mulai tertarik untuk melibatkan komputer sebagai sarana belajar sehingga banyak gagasan diperoleh. Hal ini membuka wawasan bagi dunia pendidikan untuk berkembang dan menggali berbagai pengalaman melalui penggunaan komputer. Sekarang ini mekanisme dan sistem komunikasi antara dua orang dari tempat yang berjauhan semakin dipermudah. Pengembangan program pengajaran menjadi semakin jelas, pendidikan harus mengadaptasi kemajuan teknologi, pendidik seharusnya mengurangi mengajar bagaimana menjawab, tetapi meningkatkan bagaimana bertanya, memperbanyak kesempatan siswa berpikir "What if". Pengajar harus bisa mengidentifikasi materi pelajaran yang dapat dan tidak dapat dikomputerisasi, mendorong masyarakat

yang "berpikir komputer". Kenyataan di lapangan menunjukkan guru kimia di beberapa SMA menyatakan bahwa mata kuliah Kimia Anorganik yang selama ini dipelajari calon guru di LPTK kurang membekali mereka dalam mengajarkan materi kimia di SMA. Di samping itu, mata kuliah Kimia Anorganik termasuk mata kuliah yang abstrak dan deskriptif sehingga mahasiswa cenderung menghafalkan dan kurang membangun konsep-konsep penting. Berdasarkan analisis data penelitian terhadap nilai kimia anorganik dari universitas di kota Bandung terungkap mahasiswa sulit memahami konsep-konsep pada Kimia Anorganik secara utuh, sehingga pola belajarnya cenderung menghafal dan kurang memahami keterkaitan konsep-konsep penting. Agar perkuliahan Kimia Anorganik khususnya Kimia Koordinasi yang banyak melibatkan struktur tingkat "dunia atom" yang rumit dan beragam bisa dipahami lebih baik, diperlukan suatu model pembelajaran yang mampu memvisualisasikan struktur tersebut dalam tiga

dimensi serta mampu menjelaskan banyak konsep dasar yang rumit secara simulasi interaktif. Topik-topik Kimia Koordinasi menuntut kemampuan mahasiswa menemukan konsep-konsep esensial serta mengkaitkan konsep-konsep tersebut dalam satu bangunan ilmu kimia yang utuh. Untuk itu makalah ini membahas bagaimana merancang model pembelajaran berbasis multimedia yang sesuai dengan sistem pendidikan berbasis web sebagaimana dikemukakan Cormack (1998). Beberapa syarat model interaktif yang dikemukakan Cormack, 1998 berikut dapat dijadikan rambu-rambu dalam merencanakan dan mendesain kelas berbasis web yaitu:

- a. Berpusat pada konten.  
Konten dari materi yang akan dikembangkan dalam web harus menjadi prioritas utama. Gambar yang ditampilkan dalam bentuk animasi GIF maupun GIF statis bukan sekedar untuk dekorasi tetapi mengarah ke konten utama.
- b. Kesederhanaan  
Desain web yang bagus lebih menunjukkan halaman web yang sederhana dan tidak penuh dengan grafik, bullet, heading, gif animasi dan visual yang tidak perlu lainnya. Hal ini dapat mengganggu pengunjung web memperoleh pemahaman tentang konten pada halaman tersebut.
- c. Ketercernaan (*Legibility*)  
Perancang maupun pengembang web harus mengevaluasi sendiri apakah web yang dikembangkannya mudah dibaca dan kontennya secara keseluruhan mudah dipahami. Legibilitas akan turun dengan pemilihan warna yang tidak tepat, ukuran huruf terlalu kecil atau terlalu banyak perpindahan, sehingga menyulitkan pembacaan teks
- d. Kejelasan navigasi.  
Navigator yang jelas. Hal ini membuat pengunjung mengetahui dalam konteks mana sedang beroperasi dan bagaimana mereka bisa terhubung dengan akhir situs.
- e. Konsistensi.  
Kekonsistenan pola web secara keseluruhan memungkinkan pengunjung familiar

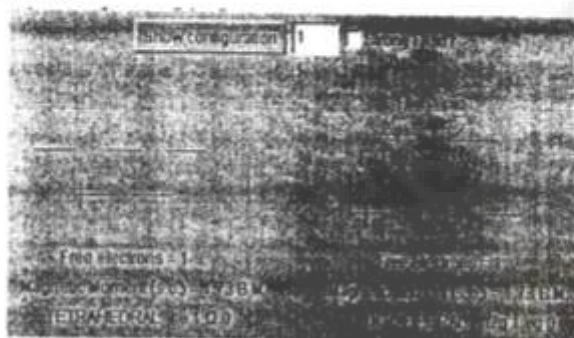
dengan "perilaku" situs sehingga jika tidak membingungkan.

- f. Akurat.  
Keefektifan metode pembelajaran kelas berbasis web menurun apabila pada situs tersebut masih banyak ditemukan kesalahan seperti link yang tidak jalan, HTML yang salah, atau image yang pecah dan tidak muncul.
- g. Unik  
Web yang mempunyai tampilan dan nuansa yang unik, memudahkan pengunjung untuk melakukan identifikasi ketika mereka masuk atau meninggalkan domainnya.
- h. Kesesuaian  
Kesesuaian penampilan halaman web dengan tujuan pembelajaran tiap halaman. Sebagai contoh, halaman yang berisi kuis untuk latihan akan berisi bagian-bagian halaman (*page layout*) yang memungkinkan pengunjung memodifikasi dan mengumpulkan jawaban.
- i. Mengakomodasi keragaman  
Memperhatikan keragaman pengunjung. Beberapa perangkat lunak yang digunakan dapat membantu memudahkan pengunjung secara otomatis menggali konten yang dikembangkan.

ICT (*Information dan Communication Technology*) merupakan salah satu upaya pengembangan kemampuan generik kimia melalui berbagai model media (Suyanti, 2006). Kemampuan generik kimia tersebut antara lain Secara umum kemampuan generik kimia konsistensi logis, pemodelan dan abstraksi yang dikembangkan menurut Fatimah *et al.*, (2001) sebagai berikut:

- a. Konsistensi Logis  
Ilmu kimia pengembangannya didasarkan pada cara induktif, sehingga dituntut untuk melihat adanya konsistensi logis dari hasil pengamatan data.
- b. Pemodelan  
Dalam mempelajari ilmu kimia; beberapa materi harus dipelajari secara abstrak. Hal ini merupakan kesulitan bagi mahasiswa maupun dosen, sehingga dituntut kemampuan pemodelan.

Penggunaan simulasi interaktif sebagai fasilitas asesmen penguasaan topik kimia koordinasi yang diajarkan secara visualisasi dapat dilihat pada media berikut:



1. Berapa banyak elektron d berada bersama?
2. Apakah stereokimianya (biasanya Oktahedral atau Tetrahedral)?
3. Bagaimana posisi ligan dalam deret spektrokimia

Pilih diagram paling tepat bagaimana ke lima orbital 3d kehilangan degenerasinya dan mengalami split ke tingkat energi yang berbeda. Visualisasi dalam pengajaran kimia untuk topik senyawa koordinasi, stereokimia dan teori medan kristal dapat merangkum berbagai konsep dalam satu kesatuan yang saling terkait. Sebagai contoh dapat dilihat berikut:

	$K_3[Fe(oxalate)_3] \cdot 3H_2O$	$K_2CuCl_4$
ion logam	$Fe^{3+}$	$Cu^{2+}$
jumlah elektron d	5	9
Stereokimia	Octahedral	tetrahedral
Spin Tinggi/ Spin Rendah	High Spin	Not relevant
jumlah elektron tidak berpasangan	5	1
momen magnetik	$\bar{O}(35)$	$\bar{O}(3) B.M$

c. Abstraksi

Merupakan kemampuan mahasiswa untuk menggambarkan hal-hal abstrak ke dalam bentuk nyata.

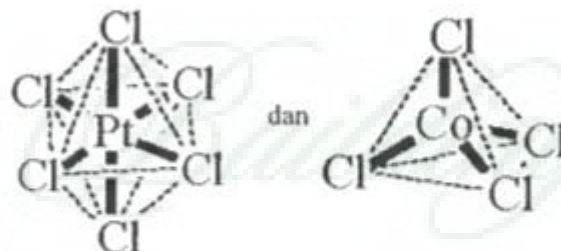
ICT di antaranya meliputi audio, audio-visual, multimedia, internet, dan pembelajaran berbasis web. UNESCO 2002 (Chaeruman, 2004), mengklasifikasikan penggunaan ICT kedalam pembelajaran menyangkut 4 tahap: Tahap *emerging*, timbulnya kesadaran akan pentingnya teknologi informasi untuk pembelajaran. Tahap *applying* adalah tahap dimana ICT telah dijadikan obyek untuk dipelajari sebagai mata pelajaran. Tahap *integrating*, ICT telah diintegrasikan ke dalam proses pembelajaran. Tahap *transforming*, merupakan tahap paling ideal dimana ICT telah menjadi katalis bagi perubahan pendidikan, dalam hal ini ICT diaplikasikan secara penuh baik pada proses pembelajaran maupun administrasi. Moodle sebagai mediator komunikasi pembelajaran menempati tahap *transforming* dari penggunaan ICT tersebut.

Pendekatan penggunaan media simulasi tersebut untuk ion logam transisi mempersyaratkan hal-hal berikut :

Untuk kompleks Co(III) oktahedral, maka itu adalah low-spin, sehingga tanpa memperhatikan tipe ligan maka momen magnetik  $m=0$ , sehingga, diamagnetik.

Penggambaran Oktahedral dan Tetrahedral

Kompleks oktahedral dan tetrahedral sesuai untuk digambarkan pada sebuah kubus. Pada kasus oktahedral ke 6 ligan berposisi di pusat muka dari permukaan kubus sedangkan untuk tetrahedral, ke empat gugus menempati posisi berlawanan pada puncak dan dasar kubus.



## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode quasi eksperimen dengan *normalized gain score comparison group design*. Metode perbandingan ini dimodifikasi dari desain eksperimen pretest post-test kelompok eksperimen. Dengan demikian desain eksperimental penelitian berbentuk :

O	X <sub>1</sub>	O
O	X <sub>2</sub>	O

(Sevilla, et al., 1993)

Dengan X<sub>1</sub> adalah model praktikum dan kuliah Kimia Anorganik online, X<sub>2</sub> model regular, O adalah pretest dan post-test. Subyek penelitian ini adalah mahasiswa calon guru semester 4 program S1 jurusan Pendidikan Kimia yang sedang mengikuti mata kuliah Kimia Anorganik II tahun akademik 2004/2005. Subyek penelitian dari kelas eksperimen berjumlah 38 orang.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil Penggunaan Simulasi Interaktif

Tabel 1. Keterkaitan Konsep Kimia Koordinasi

KOMPLEKS	[Mn(H <sub>2</sub> O) <sub>6</sub> ]SO <sub>4</sub>	[Ni (NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] SO <sub>4</sub>
Jumlah elektron d berada bersama	3d <sup>5</sup>	3d <sup>8</sup>
Stereokimia	Oktahedral	tetrahedral
Posisi ligan pada deret spektrokimia	Lemah	Kuat
Harga momen magnetic	5,91	2,82
Konfigurasi elektronik pada orbital d	t <sub>2g</sub> <sup>5</sup> e <sub>g</sub> <sup>0</sup>	e <sub>g</sub> <sup>4</sup> t <sub>2</sub> <sup>4</sup>

Z dari Mn = 25, Ni = 28

Model Pembelajaran yang dihasilkan dalam penelitian ini dikemas dalam bentuk modul dan CD Pembelajaran serta situs web di <http://kimia.upi.edu/moodle/>

CD pembelajaran yang dihasilkan dalam penelitian ini dikembangkan menggunakan piranti lunak: MDL Chime, Quick Time, dan 2re-1\_4\_2\_04-windows-i586-p yang didukung file:

dOrbCanvas.class, dOrbControls.class, dOrbs, dOrbs JAVA File, dOrbs.class

### 2. Hasil Analisis Data Penguasaan Konsep Dengan Simulasi Interaktif

Dari hasil analisis data mahasiswa yang mengikuti pembelajaran Kimia Anorganik II khususnya topik teori medan kristal (*crystal Field Teori*) dan diases dengan model simulasi interaktif menunjukkan mahasiswa yang bekerja secara individual, ternyata mahasiswa dengan kemampuan awal kimia tinggi menunjukkan penguasaan konsep lebih tinggi. Namun demikian untuk kelompok yang system kerjanya berduaan, justru kelompok yang kemampuan awalnya rendah memiliki penguasaan konsep yang lebih tinggi. Dengan demikian model asesmen ini sangat membantu bagi kelompok dengan kemampuan awal kimia yang rendah. Dari data nilai mahasiswa pengguna simulasi interaktif, ternyata model ini mampu membantu mahasiswa dalam menginterpretasikan konsep-konsep yang abstrak, terutama untuk mahasiswa dengan kemampuan awal kimia yang rendah dan mengerjakan tes dalam kelompok yang terdiri atas 2 orang dengan  $t = 51,913$ , sig.(2-tailed) = 0,000. Dalam tinjauan lebih jauh terungkap bahwa terdapat

tingkat intelegensia (IQ) mahasiswa dan kemampuan awal kimianya berpengaruh terhadap pemahaman konsep Kimia Anorganik khususnya topik Kimia Koordinasi yang diajarkan secara visualisasi interaktif.

Dari tabel di atas tampak bahwa terdapat korelasi yang sangat signifikan antara indeks prestasi kumulatif mahasiswa terhadap penguasaan konsep Kimia Anorganik dengan  $r = 0,570$ . Di samping itu

Tabel 2. Rerata N-gain Kemampuan Generik Kimia

Topik	Kemampuan Generik Kimia	N-gain
Sifat umum logam transisi Konfigurasi electron	1. Konsistensi logis	0,7193
Ligan dan bilangan koordinasi kompleks	2. Pemodelan	0,8436
Stereokimia Senyawa Kompleks	3. Abstraksi	0,7459

Tabel 3. Korelasi Antara IQ, IP Kumulatif terhadap Postes Kimia Koordinasi

Faktor	Variabel	Postes	IQ	IPkumulatif
Korelasi	Postes	1,000	0,300	0,570
	IQ	0,300	1,000	0,143
	IPkumulatif	0,570	0,143	1,000

terdapat korelasi yang signifikan antara tingkat intelegensi (IQ) terhadap penguasaan konsep Kimia Anorganik dengan harga  $r = 0,3$ .

Peningkatan penguasaan konsep kimia koordinasi yang terkait dengan praktikum dan kuliah antara sebelum dengan sesudah praktikum dan kuliah

Demikian juga IQ memiliki korelasi yang tidak signifikan dengan postes praktikum online dengan harga  $r = 0,182$ .

Dengan demikian keterkaitan antara nilai postes praktikum secara offline dengan nilai postes praktikum online termasuk dalam kategori sedang.

Tabel 4. N-Gain Kuliah dan Praktikum Kimia Anorganik Online

Variabel		Rerata Std Dev
N-Gain praktikum <i>online</i>	0,7139	0,1497
N-Gain Kuliah Online	0,3589	0,1023
IQ	123	9

multimedia online berbasis moodle dihitung dengan rumus g factor (gain score ternormalisasi)

$$g = \frac{S_{\text{post}} - S_{\text{pre}}}{S_{\text{max}} - S_{\text{pre}}} \quad (\text{Hake dalam Savinainen \& Scott, 2002})$$

$$g =$$

Kategori perolehan skor :

Tinggi :  $g > 0,7$

Sedang :  $0,3 < g < 0,7$

Rendah :  $g < 0,3$

Keterkaitan postes klasikal praktikum dengan postes praktikum online sebesar  $r = 0,375$  dengan signifikansi  $p = 0,05$ . Dengan demikian terdapat korelasi signifikan antara perolehan tes praktikum klasikal dengan perolehan tes praktikum online. IQ memiliki korelasi yang tidak signifikan dengan postes praktikum offline dengan harga  $r = 0,141$ .

#### c. Tanggapan mahasiswa terhadap peran multimedia dalam pembelajaran

Tanggapan mahasiswa pada situs pendidikan kimia berbasis web sebagaimana disampaikan melalui <http://kimia.upi.edu/Moodle/> dirangkum sebagai berikut:

- Dengan adanya situs ini, maka pembelajaran tidak monoton. Maksudnya tidak hanya dilakukan di kelas saja, ke depan diharapkan situs ini dapat dikembangkan untuk memfasilitasi perkuliahan pada jurusan kimia.
- Arah dan tujuan dari pembelajaran ini bagus sekali, mahasiswa diperkenalkan dengan media teknologi pembelajaran yang lebih maju

- c. Web ini diharapkan tetap eksis dan memberi warna tersendiri bagi mahasiswa yang terus merasa haus akan ilmu.
- d. Mahasiswa merasa nyaman belajar Kimia Anorganik, dengan web interaktif ini mereka bisa belajar dimana saja.
- e. Mahasiswa berpendapat bahwa sistem pembelajaran ini merupakan inovasi baru dan sangat menarik karena pembelajaran di sekolah maupun di ruang kuliah kadang-kadang sangat membosankan, adanya program pembelajaran berbasis multimedia komputer dapat meningkatkan taraf kemenarikan pembelajaran dan kreatifitas mereka sebagai calon tenaga guru kimia.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Pemodelan dan simulasi interaktif berperan dalam meningkatkan penguasaan konsep dan prinsip Kimia Koordinasi mahasiswa disamping memahami konsep-konsep pada Kimia Anorganik secara utuh, sehingga pola belajarnya memahami keterkaitan konsep-konsep penting. Terdapat korelasi antara kemampuan awal kimia terhadap perolehan tes klasikal dan terdapat korelasi signifikan antara perolehan tes klasikal dengan perolehan tes online. Terdapat keterkaitan antara nilai postes praktikum secara offline dengan nilai postes praktikum online termasuk dalam kategori sedang. Pengembangan multimedia ke dalam Moodle ini selain dapat mengembangkan kemandirian mahasiswa dalam belajar juga mengadaptasi keragaman kemampuan dan minat mahasiswa dalam pembelajaran sains. Dari tanggapan mahasiswa terhadap pembelajaran Kimia Anorganik berbasis multimedia yang dilaksanakan secara on-line mereka dapat mengembangkan materi yang sudah diterima di perkuliahan kelas dengan lebih nyaman dan kreatif. melalui model perkuliahan ini, kemampuan generik yang dikembangkan dengan gain tinggi adalah pemodelan, abstraksi dan konsistensi logis.

### SARAN

Materi pada pembelajaran online sebaiknya lebih bersifat pengayaan maupun latihan dari materi di kelas. Dengan terintegrasinya materi pembelajaran maupun alat evaluasi di kelas, laboratorium dan pembelajaran *online* maka perkuliahan tingkat lanjut ini diharapkan benar-

benar membekali kimiawan. Dengan kemampuan generik kimia pemodelan dan abstraksi, kimiawan bukan hanya terbekali dengan kemampuan berpikir (aspek kognitif) melainkan juga keterampilan proses sains (aspek psikomotorik) serta sikap ilmiah (aspek afektif).

### DAFTAR PUSTAKA

- Chaeruman, AU, (2004), *Integrasi Teknologi Telekomunikasi dan Informasi (TTI) ke dalam pembelajaran*. Jakarta : UT, PUSTEKKOM, IPTPI: Tidak Diterbitkan
- Cormarck Mc Colin, (1998), *Web-Based Education System*, New York: John Wiley dan Sons, Inc
- Costa, A.L., (1985), *Developing Minds: A Resource Book for Teaching Thinking*, Alexandria: ASCD
- Fatimah et al., (2001), *Hakikat Pembelajaran Mipa Dan Kiat Pembelajaran Kimia di Perguruan Tinggi*, Jakarta : PAU-PPAI
- Lancashire, J R, (2003), *CHEM 1902 (C 10 K0 Coordination Chemistry*, Jamaica: University of the West Indies. Tersedia : [www.chem.uwimona.edu.jm:1104](http://www.chem.uwimona.edu.jm:1104)
- Meltzer, David E, (2002), *The Relationship between mathematics preparation and conceptual learning gain in physics: hidden variable in diagnostic pretest scores*. American Journal Physics, 70 (12), 1259-1267
- Morran J, *Vizualizing in teaching chemistry*, EUAC, Urbana, 2003 tersedia: <http://chemviz.ncsa.uiuc.edu>
- Rodgers Glenn, (1994), *Introduction to Coordination, Solid State, and Descriptive Inorganic Chemistry*, Singapore : Mc Graw - Hill
- Suyanti D Retno, (2006), *Pembekalan Kemampuan Generik Bagi Calon Guru Melalui Pembelajaran Kimia Anorganik Berbasis Multimedia Komputer*, Disertasi, SPS UPI, tidak diterbitkan.