

KAJIAN TEORITIK MODEL PEMBELAJARAN KIMIA BERBASIS MULTIPLE REPRESENTASI (SiMaYang) DALAM MEMBANGUN MODEL MENTAL PEBELAJAR

SUNYONO^{*)}

^{*)} Dosen PS. Pendidikan Kimia Unila dan Mahasiswa Program S3 Pascasarjana Unesa

ABSTRAK

Beberapa masalah pembelajaran kimia yang muncul berdasarkan studi di antaranya adalah pembelajaran kimia yang berlangsung umumnya hanya membatasi pada dua level representasi, yaitu makroskopik dan simbolik. Pembelajaran pada level submikroskopik hanya direpresentasikan melalui ceramah dan diskusi, sehingga pebelajar menganggap materi pelajaran kimia adalah abstrak dan sulit dipahami atau dipelajari. Dalam konteks ini, pebelajar masih belum mampu membuat transformasi dari level makroskopik dan atau simbolik ke level submikroskopik, akibat belum dilatihnya mahasiswa dalam belajar dengan representasi level submikroskopik.

Model pembelajaran “SiMaYang” merupakan model pembelajaran kimia yang mencoba menginterkoneksi ketiga level fenomena kimia, sehingga diharapkan dapat membangun model mental pebelajar, sekaligus melatih pebelajar dalam mengembangkan keterampilan berfikir tingkat tinggi. Model pembelajaran SiMaYang memiliki sintak yang terdiri dari 5 fase, yaitu orientasi, eksplorasi konseptual, imajinasi representasi, internalisasi, dan evaluasi. Secara teoritis, peningkatan penguasaan konsep dapat dikembangkan dari fase “eksplorasi konseptual” sedangkan model mental dapat dibangun dalam fase “imajinasi representasi”. Dengan demikian, perpaduan kedua fase akan dapat membantu pebelajar dalam melatih menggunakan keterampilan berfikir tingkat tinggi. Hasil dari pembelajaran kedua fase tersebut akan terlihat pada fase “internalisasi” dan dapat diuji tingkat keberhasilan pembelajaran pada fase “evaluasi”.

Kata Kunci: Multipel representasi, model mental.

PENDAHULUAN

Fokus studi pengembangan pendekatan belajar dan mengajar kimia seharusnya lebih ditekankan pada tiga level representasi yaitu: makroskopik, submikroskopik dan simbolik (Johnstone, A.H., 2006). Dalam hal ini, pemahaman seseorang terhadap kimia ditentukan oleh kemampuannya mentransfer fenomena makroskopik, ke submikroskopik, atau simbolik. Pembelajaran kimia pada dasarnya merupakan pembelajaran yang sebagian besar topik-topik pembahasannya bersifat abstrak dan perlu pemahaman pada level submikroskopis, seperti topik Stoikiometri, Struktur Atom, dan Ikatan Kimia. Topik-topik tersebut diperlukan untuk memahami aspek kualitatif dan kuantitatif tentang fenomena kimia sekaligus dalam menyelesaikan berbagai masalah yang ada dalam ilmu kimia baik di tingkat sekolah menengah maupun di perguruan tinggi (Park, E.J., 2006; Wang, C.Y., 2007; & Davidowitz, et al., 2010).

Pada umumnya pembelajaran kimia yang terjadi saat ini hanya membatasi pada dua level representasi, yaitu makroskopik dan simbolik (Tasker & Dalton, 2006) secara verbalistik. Dalam hal ini, pemahaman seseorang terhadap kimia ditentukan oleh kemampuannya mentransfer dan menghubungkan antara fenomena makroskopik, submikroskopik, dan simbolik. Dalam pemecahan masalah kimia, sebenarnya kunci pokoknya adalah pada kemampuan merepresentasikan fenomena kimia pada level submikroskopik (Treagust, et al., 2003). Hasil penelitian menunjukkan bahwa

umumnya pebelajar bahkan pada pebelajar yang performansya bagus dalam ujian mengalami kesulitan dalam memecahkan masalah kimia akibat ketidakmampuan memvisualisasikan struktur dan proses pada level submikroskopik dan tidak mampu menghubungkannya dengan level representasi kimia yang lain (Treagust, 2008). Kesulitan tersebut diduga, akibat kurang diterapkannya strategi pembelajaran yang berorientasi pada hubungan antara representasi level makroskopik, simbolik, dan submikroskopik yang tidak dapat dipisah-pisahkan.

Berkaitan dengan sistem pembelajaran kimia, seharusnya pebelajar dapat mengkaitkan dan memahami peran ketiga level fenomena kimia tersebut untuk mengembangkan kemampuan berfikir dalam memecahkan masalah (*problem solving*). Namun, sebagian besar pebelajar menganggap bahwa kimia sebagai mata pelajaran yang sulit (Huddle, P.A. & Pillay, 1996; dan Sunyono, dkk, 2009). Dengan pemahaman terhadap peran ketiga level fenomena kimia tersebut, pebelajar akan dapat mentransfer pengetahuan melalui interkoneksi antara satu level ke level yang lain, yang berarti pebelajar dapat memperoleh pengetahuan konseptual yang diperlukan dalam memecahkan masalah. Pengetahuan konseptual merupakan satu bagian esensial yang harus dimiliki oleh pebelajar ketika mempelajari kimia yang harus tersimpan dalam memori jangka panjang dan mudah diakses kembali untuk memecahkan masalah kimia. Agar pengetahuan yang diperoleh pebelajar masuk ke dalam memori jangka panjang, pebelajar harus didorong untuk menggunakan model mentalnya dalam menghubungkan ketiga level fenomena kimia (McBroom, 2011). Menurut Johnstone, A.H. (2006), ketiga level fenomena tersebut saling berhubungan dan ketiganya memberikan kontribusi yang besar terhadap perkembangan model mental pebelajar dalam membangun makna dan pemahaman konseptual.

Beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan beberapa peneliti menunjukkan bahwa Pebelajar selalu mengalami kesulitan dalam memberikan eksplanasi tentang representasi submikro berdasarkan representasi makroskopis dan simbolis. Pebelajar cenderung lebih banyak menggunakan transformasi level makroskopis ke simbolis atau sebaliknya, namun tidak mampu dalam mentransformasikan dari level makroskopis dan simbolis ke level submikroskopis (Wang, C.Y., 2007; Devetak, I., et. al., 2009, dan Davidowitz, B., et. al., 2010). Kesulitan-kesulitan pebelajar dalam mentransformasikan ketiga level fenomena kimia tersebut disebabkan belum dilatihnya mereka dalam belajar dengan representasi level submikroskopis dan perkuliahan kimia dasar yang berlangsung cenderung memisahkan ketiga level fenomena kimia (Sunyono, dkk., 2011). Padahal, menurut Coll (2008) bahwa kemampuan pebelajar untuk mengoperasikan atau menggunakan model mental mereka dalam rangka menjelaskan peristiwa-peristiwa yang melibatkan penggunaan model visual, sangat terbatas, sehingga perlu adanya latihan menginterpretasikan gambar visual submikro melalui pembelajaran yang melibatkan 3 level fenomena kimia. Selanjutnya Devetak, I., et. al. (2009) menemukan bahwa pebelajar yang belum pernah di latih dengan representasi eksternal akan mengalami kesulitan dalam menginterpretasikan struktur submikro dari suatu molekul. Oleh sebab itu, pembelajaran kimia sebaiknya dilakukan dengan melibatkan tiga level fenomena kimia untuk melatih pebelajar dalam mengembangkan model mentalnya. Berdasarkan kajian berbagai literatur yang dilakukan oleh penulis (Sunyono, 2011) bahwa model pembelajaran yang

dapat mengembangkan model mental pebelajar adalah model pembelajaran yang dikemas dengan melibatkan tiga level fenomena kimia (makro, submikro, dan simbolis), sehingga dapat berdampak pada peningkatan penguasaan materi kimia Pebelajar. Namun, pertanyaannya adalah bagaimana pembelajaran dapat dilakukan dengan menginterkoneksi ketiga level fenomena kimia, sehingga model mental Pebelajar dapat dibangun dan dengan demikian kemampuan berfikir pebelajar dapat ditingkatkan? Hal ini sesuai dengan pernyataan Senge, P.M (2004; 13 – 14) bahwa proses berfikir seseorang memerlukan bangunan model mental yang baik. Seseorang yang mengalami kesulitan dalam membangun model mentalnya menyebabkan orang tersebut akan mengalami kesulitan dalam mengembangkan keterampilan berfikir.

METODE PENULISAN

Makalah ini ditulis secara naratif berdasarkan hasil kajian dan ulasan beberapa literatur, hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan pada tahun-tahun terakhir ini, dan beberapa merupakan pemikiran para ahli model mental dan representasi kimia. Analisis dan sintesis terhadap berapa tulisan ilmiah, seperti jurnal, laporan penelitian, maupun prosiding.

PEMBAHASAN

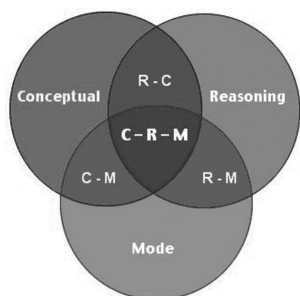
Pembelajaran dengan Multipel Representasi

Dalam konteks multipel representasi, bentuk representasi verbal dan visual menjadi penting dalam pembelajaran dalam mengkonstruksi representasi mental pebelajar. Menurut teori pemrosesan informasi bahwa informasi yang diterima melalui panca indera kemudian dikodekan sesuai dengan cara alami individu tersebut berfikir. Kode inilah yang kemudian disimpan dalam bentuk memori. Ketika individu yang bersangkutan membutuhkan informasi tersebut dalam proses mengingat, maka ia perlu memanggil kembali kode tersebut dan melakukan proses pengkodean ulang (Putra, Y.P., 2008). Representasi mental merupakan sebuah model yang digunakan oleh seseorang untuk memahami lingkungan sekitarnya. Representasi submikroskopik merupakan faktor kunci dalam usaha mencapai kemampuan memahami fenomena-fenomena kimia (Kozma & Rusell, 2005; dan Chandrasegaran, et al, 2007). Penggunaan model-model kimia tanpa menghubungkannya dengan dua target nyata yaitu level submikroskopik dan level makroskopik akan dapat menyebabkan pebelajar terhambat dalam mencapai kemampuan representasional (Chittleborough & Treagust, 2007). Dalam hal ini, Tasker & Dalton (2006) telah menyarankan perlunya pengembangan desain pembelajaran kimia yang dilandasi model sistem pemrosesan informasi multimedia dalam menghubungkan fenomena level molekuler dengan makro ditingkat laboratorium dan level simbolik. Menurut Tasker dan Dalton (2006), materi kimia melibatkan proses-proses perubahan yang dapat diamati dalam hal (misalnya perubahan warna, bau, gelembung) di tingkat makroskopik atau laboratorium, namun dalam hal perubahan yang tidak dapat diamati dengan indera mata, seperti perubahan struktur atau proses di tingkat submikro atau molekul imajiner hanya bisa dilakukan melalui visualisasi atau pemodelan.

Model Mental Kimia Pebelajar

Model mental adalah representasi pribadi mental seseorang terhadap suatu ide atau konsep. Model mental dapat digambarkan sebagai model konseptual, representasi mental/internal, gambaran mental, proses mental, suatu konstruksi yang tidak dapat diamati, dan representasi kognitif pribadi (Chittleborough, et al., 2007). Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa model mental adalah suatu proses belajar yang menggiring setiap individu dalam organisasi (kelompok) yang mampu berpikir secara efektif dan terbuka (*open minded*) sehingga juga mampu saling mempengaruhi dalam hal-hal yang bersifat positif. Penelitian telah menunjukkan bahwa banyak siswa memiliki model mental yang sangat sederhana tentang fenomena kimia, misalnya model-model atom dan model-model molekul yang digambarkan sebagai struktur diskrit dan konkrit, namun tidak memiliki keterampilan dalam membangun model mental. Beberapa penelitian juga menyatakan bahwa baik siswa sekolah menengah, sarjana, maupun pascasarjana lebih suka dengan model mental yang sederhana dan realistis (Coll, 2008; dan Devetak, at.al., 2009).

Dalam mengkaji model mental, peneliti menggunakan model-model yang diekspresikan (*expressed models*) oleh responden yang diteliti, sehingga temuan penelitian tersebut merupakan interpretasi peneliti yang pemahamannya didasarkan pada model-model mental yang diekspresikan oleh responden (Chittleborough & Treagust, 2008). Dalam hal ini, instrumen yang umumnya digunakan oleh para peneliti untuk mengkaji model mental adalah dapat berupa instrument tes soal pilihan ganda, soal *open-minded* (dengan gambar, grafik, simbol, yang disertai penjelasan), interviu yang dilengkapi dengan gambar, grafik, model konkrit, atau simbol, atau dapat berupa interviu dengan penyajian soal, atau observasi kelas, dan sebagainya (Schönborn & Anderson, 2009; Davidowitz, at al., 2010; dan McBroom, (2011). Dalam membangun model mental, Schönborn, K.J., dan Anderson, T.R., (2009) melaporkan bahwa terdapat 7 (tujuh) model tentang faktor-faktor yang menentukan kemampuan pelajar dalam menginterpretasikan representasi-representasi eksternal (ERs) fenomena kimia (khususnya bidang biokimia), yang disebut sebagai model triarkis (*triarchic*). Tujuh faktor tersebut adalah kemampuan penalaran siswa (factor R), pemahaman siswa mengenai relevansi konsep terhadap ER (faktor C), dan sifat dari mode di mana fenomena yang diinginkan dinyatakan oleh ER (Faktor M). Ketiga faktor tersebut, kemudian dikombinasikan menghasilkan 4 (empat) faktor lagi yang tidak bisa dipisahkan dari ketiga faktor awal, yaitu faktor R-C, R-M, C-M, dan C-R-M. Ketujuh model *triarchic* tersebut digambarkan dalam bentuk diagram Venn berikut:



Gambar 1. Diagram Venn yang memnggambarkan tujuh faktor yang menentukan kemampuan pelajar dalam menginterpretasikan ERs (representasi-representasi eksternal) (Schönborn, K.J., dan Anderson, T.R., 2009)

Model Pembelajaran Teoritis “SiMaYang”

Model pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah sebuah model yang memasukkan faktor interaksi (tujuh konsep dasar) yang mempengaruhi kemampuan Pebelajar untuk merepresentasikan fenomena kimia (Schönborn and Anderson, 2009) ke dalam model jejaring IF-SO (Waldrup, 2010). Tujuh konsep dasar pebelajar tersebut yang telah diidentifikasi oleh Schönborn and Anderson (2009) adalah kemampuan penalaran Pebelajar (*Reasoning*; R), pengetahuan konseptual pebelajar (*Conceptual*; C); dan keterampilan memilih mode representasi pebelajar (*representation modes*; M). Faktor M dapat dianggap berbeda dengan faktor C dan R, karena faktor M tidak bergantung pada campur tangan manusia selama proses interpretasi dan tetap konstan kecuali jika ER dimodifikasi, selanjutnya empat faktor lainnya adalah faktor R–C merupakan pengetahuan konseptual diri sendiri mengenai ER, faktor R–M merupakan fitur dari ER itu sendiri, faktor C–M adalah faktor interaktif yang mempengaruhi interpretasi ER, dan faktor C–R–M adalah interaksi dari ketiga faktor awal (C–R–M) yang mewakili kemampuan seorang Pebelajar untuk melibatkan semua faktor dari model agar dapat menginterpretasikan ER dengan baik.

Model jejaring IF-SO berfokus pada isu-isu kunci dalam perencanaan pembelajaran suatu topik tertentu (I dan F), dan peran guru dan pebelajar dalam pembelajaran melalui pemilihan representasi selama topik tersebut di belajarkan (S dan O). Model jejaring IF-SO merupakan kombinasi dari tiga komponen pedagogik (domain, guru/dosen, dan pebelajar) yang digambarkan dalam bentuk triad yang saling berkaitan. Dalam persepektif pembelajaran dengan model triad, proses pembelajaran sains menuntut keterlibatan berbagai triad yang meliputi domain (D), konsepsi guru (TC), representasi guru (TR), konsepsi pebelajar (SC), dan representasi pebelajar (SR), yang semuanya saling mendukung satu sama lain. Model jejaring IF-SO yang bersifat teoritis tersebut telah dikembangkan dan diaplikasikan dalam pembelajaran Fisika Kuantum oleh Abdurrahman (2010). Dalam penelitiannya ini, Abdurrahman mendesain pembelajaran model jejaring IF-SO menjadi beberapa *lesson plan* untuk mengembangkan disposisi berfikir kritis dan keterampilan generik sains. Model jejaring IF-SO belum disusun secara detail dalam bentuk sintak yang berurutan, sehingga perlu dikembangkan lagi (Tabel 1).

Tabel 1. Deskripsi model jejaring IF-SO (Waldrup, 2010 dan Abdurrahman, 2010)

No	Deskripsi Pembelajaran (Waldrup, 2010 dan Abdurrahman, 2010)
I. Faktor Konseptual dan Penalaran	
1	Mengevaluasi konsep-konsep sebelumnya
2	Menentukan tujuan pembelajaran dan tujuan dari setiap tingkatan kemampuan awal pebelajar.
3	Memilih sumber belajar untuk membantu pebelajar menemukan konsep-konsep baru (buku teks, gambar, eksperimen, analogi dan sebagainya).
4	Mengembangkan interaksi (bekerja secara kolaborasi, bekerja berpasangan, dengan guru, melalui gambar, persamaan, dan sebagainya).
5	Menciptakan aktivitas (tugas, percobaan, kuis, dan tes)
6	Evaluasi: diagnostik, formatif, dan sumatif.
II. Perubahan Representasi	
1	Memberikan tingkat abstraksi yang berbeda tentang konsep tertentu (sifat, teks, diagram, grafik, matematik, dan simbolis).
2	Bekerja dengan kekomplekan fenomena submikroskopis (menggunakan visualisasi, gambar, grafik, simulasi, animasi, dan analogi).

3	Mengkontekstualkan aktivitas (eksperimen di laboratorium atau virtual laboratory).
4	Memberikan beberapa aplikasi teknologi tentang konsep fisika kuantum (melalui gambar, grafik, piktorial, atau melalui <i>webpage/webblog</i>).
5	Memberikan dukungan kerja kolaboratif dan interaksi sesama pebelajar dan dengan guru.

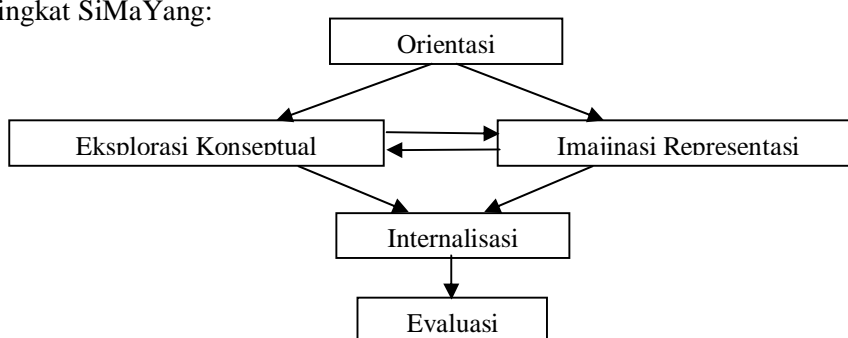
Dalam mengembangkan model SiMaYang, diagram submikro dilibatkan sebagai alat pembelajaran topik-topik yang bersifat abstrak seperti Stoikiometri dan Struktur Atom, selanjutnya perlu dikembangkan perangkat pembelajaran yang dilengkapi dengan pertanyaan-pertanyaan baik pada level makro, submikro, maupun simbolik untuk memberikan kesempatan kepada pebelajar untuk berlatih merepresentasikan tiga level fenomena kimia sepanjang sesi pembelajaran yang berfokus kepada permasalahan kimia level molekuler. Oleh sebab itu, multipel representasi yang digunakan dalam pengembangan model pembelajaran ini adalah representasi-representasi dari fenomena kimia baik dari skala riil maupun abstrak (Contoh; Park, E.J., 2006; Wang, C.Y., 2007; & Davidowitz, B., et. al., 2010).

Ketujuh konsep dasar kemampuan pebelajar dalam membangun representasi dari Schonborn dengan komponen guru (TR dan TC) dan domain (konten) dari Waldrip dihubungkan untuk mempertimbangkan model pembelajaran berbasis multipel representasi. Oleh sebab itu, model pembelajaran berbasis multipel representasi yang akan dikembangkan didesain sedemikian rupa dengan langkah-langkah pembelajaran yang disusun dengan memperhatikan tiga faktor utama (Waldrip, 2010 dan Abdurrahman, 2010), yaitu aspek konseptual (guru/dosen dan pebelajar), penalaran (siswa/Pebelajar), dan representasi (baik guru/dosen maupun pebelajar), selanjutnya dihubungkan dengan 7 (tujuh) konsep dasar kemampuan pebelajar (Schonborn, K.J., and Anderson, T.R., 2009). Deskripsi langkah-langkah pembelajaran pada model jejaring IF-SO, masih memisahkan antara konseptual, penalaran, dan representasi. Dengan mempertimbangkan model teoritis tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kemampuan pebelajar dalam menginterpretasikan representasi eksternal, model jejaring IF-SO dari Waldrip dapat disempurnakan dengan menghasilkan model pembelajaran yang menginterkoneksi ketiga level fenomena kimia.

Dengan mempertimbangkan faktor interaksi R – C dan C – M, maka dalam model pembelajaran diperlukan tahapan kegiatan eksplorasi konseptual, sedangkan pertimbangan terhadap interaksi R – M dan C – R – M diperlukan tahapan kegiatan imajinasi representasi. Tahap eksplorasi lebih ditekankan pada konseptualisasi masalah-masalah kimia yang sedang dihadapi berdasarkan kegiatan diskusi, eksperimen laboratorium, dan pelacakan informasi melalui jaringan internet (*web-blog* atau *web page*). Tahap imajinasi diperlukan untuk melakukan pembayangan mental terhadap representasi eksternal level submikroskopik, sehingga dapat mentransformasikannya ke level makroskopik atau simbolik atau sebaliknya. Sebagaimana dikatakan oleh Thomas, D., & Seely, J. B. (2011): “.....*imagination is more of a preamble to a problem. Imagination allows us to ask the question “What if?” It allows us to image different problems to solve them.*” Pernyataan ini dapat diartikan bahwa imajinasi lebih dari awal suatu pemecahan masalah. Dengan imajinasi memungkinkan kita untuk mengajukan pertanyaan "bagaimana jika?" Hal ini memungkinkan kita untuk membayangkan masalah-masalah secara berbeda untuk memecahkannya. Selanjutnya dikatakan juga bahwa “*imagination is the process of world building to*

create a new context in which the strange, the new, the different can be understood as familiar.” Maksudnya bahwa imajinasi merupakan proses membangun dunia untuk menciptakan konteks baru di mana yang aneh, baru, yang berbeda dapat dipahami sebagai sesuatu yang mudah dikenal (akrab). Di samping itu, penelitian yang dilakukan oleh Haruo, O., et. al. (2009) menunjukkan bahwa “...*the teaching with emphasis on the imagination can evoke the representation capabilities of learners, so that learners can improve their creativity. The power of imagination will evoke passion to improve the skills and conceptual knowledge of the learners.*” Pembelajaran yang menekankan pada proses imajinasi dapat membangkitkan kemampuan representasi pebelajar, sehingga dapat meningkatkan kemampuan kreativitas pebelajar. Kekuatan imajinasi akan membangkitkan gairah untuk meningkatkan keterampilan dan pengetahuan konseptual pebelajar. Oleh sebab itu, imajinasi representasi dimasukkan sebagai salah satu tahap (fase) dalam sintak dari model SiMaYang.

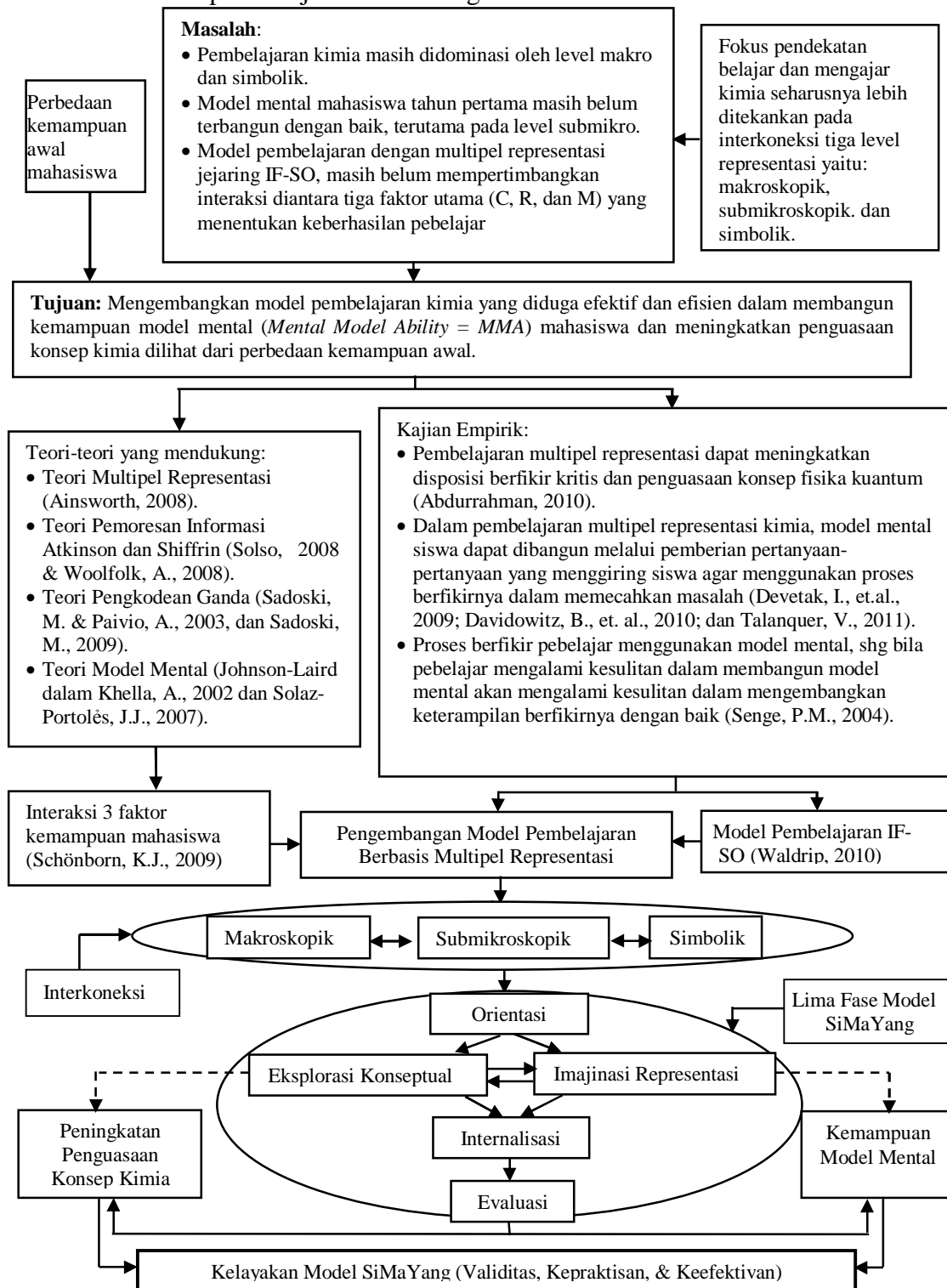
Hasil dari kedua tahapan tersebut perlu diinternalisasikan dalam pembelajaran melalui presentasi, tugas, dan latihan sebagai perwujudan hasil eksplorasi dan imajinasi. Tahap terakhir adalah tahap evaluasi sebagai tahap untuk mendapatkan umpan balik selama proses pembelajaran. Sebelum kegiatan eksplorasi dan imajinasi, guru/dosen perlu melakukan orientasi kemampuan awal pebelajar sebagai dasar untuk melakukan tahap eksplorasi dan imajinasi. Oleh sebab itu, model pembelajaran yang dikembangkan pada penelitian ini terdiri dari 5 tahapan, yaitu orientasi, eksplorasi konseptual, imajinasi representasi, internalisasi, serta evaluasi. Fase-fase tersebut tidak selalu berurutan bergantung pada konsep yang dipelajari oleh pebelajar. Misalnya pada topik Stoikiometri dapat diajarkan dengan urutan fase: orientasi, eksplorasi konseptual, imajinasi representasi, internalisasi, dan evaluasi. Namun, untuk topik Struktur Atom, maka urutan fasenya dapat diubah menjadi orientasi, imajinasi representasi, eksplorasi konseptual, internalisasi, dan evaluasi. Oleh sebab itu, fase-fase model pembelajaran dikembangkan ini disusun dalam bentuk layang-layang dan selanjutnya dinamakan Si-5 layang-layang atau disingkat SiMaYang:



Gambar 2. Fase-Fase Model Pembelajaran Si-5 Layang-Layang (SiMaYang)

Model pembelajaran hipotetik teoritis hasil pengembangan ini merupakan model pembelajaran kimia yang menginterkoneksi ketiga level fenomena kimia, sehingga topik-topik pembelajaran yang sesuai dengan model ini menurut dugaan penulis adalah topik-topik kimia yang lebih bersifat abstrak yang mengandung level submikro, makro, dan simbolik (seperti topik Stoikiometri, Struktur Atom, Sistem Periodik, dan Ikatan Kimia). Kerangka

pemikiran dalam penelitian lebih lanjut untuk menguji keterlaksanaan, kemenarikan, dan keefektivan model pembelajaran SiMaYang diilustrasikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Kerangka Pemikiran

KESIMPULAN/REKOMENDASI

1. Secara teoritik model pembelajaran SiMaYang ini merupakan model pembelajaran yang mencoba menginterkoneksi fenomena kimia level makro, submikro, dan simbolik dalam membangun model mental dan penguasaan konsep kimia.
2. Secara teoritis, peningkatan penguasaan konsep pebelajar dapat dikembangkan dari fase pembelajaran “eksplorasi konseptual” sedangkan model mental dapat dibangun dengan fase “imajinasi representasi”. Oleh sebab itu, perpaduan kedua fase akan dapat membantu pebelajar dalam melatih menggunakan keterampilan berfikir tingkat tinggi. Hasil dari pembelajaran kedua fase tersebut akan terlihat pada fase “internalisasi” dan dapat diuji tingkat keberhasilan pembelajaran pada fase “evaluasi”.
3. Model pembelajaran SiMaYang yang dikembangkan ini masih bersifat teoritis, sehingga perlu segera diujicobakan dan diimplementasikan dalam pembelajaran di kelas.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman. 2010. The Role of Quantum Physics Multiple Representations to Enhance Concept Mastery, Generic Science Skills, and Critical Thinking Disposition for Pre-Service Physics Teacher Students. *Dissertation for the Doctor Degree of Education in Science Education*. Indonesia University of Education (UPI). Bandung.
- Chandrasegaran, Treagust & Mocerino. 2007. Enhancing Students' Use Of Multiple Levels Of Representation To Describe And Explain Chemical Reactions. *School Science Review*, 88. p. 325.
- Chittleborough, G. and Treagust D. F. 2007. The Modelling Ability Of Non-Major Chemistry Students And Their Understanding Of The Sub-Microscopic Level, *Chem. Educ. Res. Pract.*, 8, 274-292.
- Chittleborough, G. and Treagust D. F. 2008. Correct Interpretation of Chemical Diagrams Requires Transforming from One Level of Representation to Another. *Res Sci Educ.*, 38. p. 463-482.
- Coll, R.K., 2008. Chemistry Learners' Preferred Mental Models for Chemical Bonding. *Journal of Turkish Science Education*, 5, (1), p. 22 – 47.
- Davidowitz, B., Gail Chittleborough, and Eileen Murray., 2010. Student-generated submicro diagrams: a useful tool for teaching and learning chemical equations and stoichiometry. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 11, 154-164.
- Devetak, I., et al., 2009. Comparing Slovenian year 8 and year 9 elementary school pupils' knowledge of electrolyte chemistry and their intrinsic motivation. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 10, p. 281-290.
- Haruo, O., Hiroki, F., & Manabu, S., 2009. Development of a lesson model in chemistry through “Special Emphasis on Imagination leading to Creation” (SEIC). *Chemical Education Journal (CEJ)*. 13, No. 1. p. 1-6.
- Huddle, P.A. & Pillay, A.E., 1996. An In-Dept Study of Misconceptions in Stoichiometry and Chemical Equilibrium at a South African University. *Journal of Research in Teaching*. 34. p. 65 – 77.
- Johnstone, A.H., 2006. Chemical education research in Glasgow in perspective. *Chemistry Education Research and Practice*. 7, No. 2. p. 49-63.
- Kozma, R., & Russell, J. 2005. Students Becoming Chemists: Developing Representational Competence. In J. Gilbert (Ed.), *Visualization in science education*. Vol. 7. Dordrecht: Springer. p. 121-145.
- McBroom, R.A., 2011. Pre-Service Science Teachers' Mental Models Regarding Dissolution and Precipitation Reactions. *A Dissertation Submitted to The Graduate Faculty of North Carolina*

- State University in Partial Fulfillment of The Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy*. Raleigh, North Carolina.
- Park, E.J., 2006. Student Perception and Conceptual Development as Represented by Student Mental Models of Atomic Structure. *Disertation for the Doctor Degree of Philosophy in the Graduate School of The Ohio State University*. Columbus. USA.
- Putra, Y.P., 2008. **Memori dan Pembelajaran Efektif**; *Total Mind Learning (TML) Series*. Penerbit: Yrama Widya. Bandung.
- Schönborn, K.J., dan Trevor R. Anderson. 2009. A Model of Factors Determining Students' Ability to Interpret External Representations in Biochemistry. *International Journal of Science Education*. 31, No. 2, p. 193–232.
- Senge, P.M., 2004. **The Fifth Discipline. The Art and Practice of The Learning Organization**. Doubleday Dell Publishing Group, Inc. New York.
- Sunyono, I. Wayan Wirya, Gimin Suyadi, dan Eko Suyanto. 2009. Pengembangan Model Pembelajaran Kimia Berorientasi Keterampilan Generik Sains pada Pebelajar SMA di Propinsi Lampung. *Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun I – Dikti*, Jakarta.
- Sunyono, 2011. Kajian tentang Peran Multipel Representasi Pembelajaran Kimia dalam Pengembangan Model Mental Siswa. *Prosiding Seminar Nasional Sains*. 15 Januari 2011. Universitas Negeri Surabaya.
- Sunyono, Leny Yuanita, & Muslimin Ibrahim. 2011. Model Mental Pebelajar Tahun Pertama dalam Mengenal Konsep Stoikiometri (Studi pendahuluan pada Pebelajar PS. Pendidikan Kimia FKIP Universitas Lampung. *Prosiding Seminar Nasional V*. 6 Juli 2011. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Tasker, Roy & R. Dalton. 2006. Research Into Practice: Visualization Of The Molecular World Using Animations. *Chem. Educ. Res. Prac.* 7, 141-159.
- Thomas, D., & Seely, J.B., 2011. Cultivating the Imagination: Building Learning Environments for Innovation. *Teachers College Record*, February 17, 2011. p. 1– 2.
- Treagust, D. F., Chittleborough & Mamiala. 2003. The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *Int. J. Sci. Educ.*, Vol. 25, No. 11, p. 1353–1368.
- Treagust, D. F. 2008. The Role Of Multiple Representations In Learning Science: Enhancing Students' Conceptual Understanding And Motivation. *In Yew-Jin And Aik-Ling (Eds). Science Education At The Nexus Of Theory And Practice*. Rotterdam -Taipei : Sense Publishers. p. 7-23.
- Waldrip, B., V. Prain & J. Carolan. 2010. Using Multi-Modal Representations to Improve Learning in Junior Secondary Science. *Springer Science+Business Media B.V., Instr Sci*. 40. p. 65–80.
- Wang, C.Y., 2007. The Role of Mental-Modeling Ability, Content Knowledge, and Mental Models in General Chemistry Students' Understanding about Molecular Polari. *Dissertation for the Doctor Degree of Philosophy in the Graduate School of the University of Missouri*. Columbia.